



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

VILLE NURMI

SÄHKÖISEN DOKUMENTAATION KEHITTÄMINEN KOKOON-  
PANOSSA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Paul Andersson

Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Automaatio-, kone- ja materiaalitekniikan  
tiedekuntaneuvoston kokouksessa  
9. marraskuuta 2011

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

**NURMI, VILLE:** Sähköisen dokumentaation kehittäminen kokoonpanossa

Diplomityö, 72 sivua

Toukokuu 2012

Pääaine: Tuotantotekniikka

Tarkastaja: professori Paul Andersson

Avainsanat: Konekortti, jäljitettävyyys, sähköinen dokumentaatio, tuotannon tietojärjestelmät, tietojärjestelmän kehittäminen, käytettävyyys, vakiotoimintatavat, muutosjohtaminen

Tämä diplomityö tehtiin Sandvik Construction Oy:n Tampereen tehtaan pintalaitepuolelle. Työn tavoitteena oli kehittää interaktiivinen järjestelmä kokoonpanodokumenttien hyödyntämiseksi Tampereen tehtaan ja suomalaisten sopimusvalmistajien kokoonpanossa. Työ jakautuu teoriaosaan ja käytännön osaan.

Työn teoriaosa jakautuu myös kahtia. Ensimmäisessä osassa käsiteltiin tuotannon tietojärjestelmiin ja niiden kehittämiseen liittyviä aiheita. Ensimmäisessä osassa käsiteltiin yleisesti tiedon luonnetta, esiintymistapoja, siirtämistä ja käsittelyä. Lisäksi esiteltiin tuotannossa oleellisten tietojärjestelmien periaatteita ja toiminta-alueita. Myös tietojärjestelmän sähköistämistä, kehittämistä ja käytettävyyttä käsiteltiin. Toisessa osassa käsiteltiin kehitysprojektiin ja sen tuloksena syntyviin järjestelmiin ja prosesseihin liittyviä laadullisia näkökulmia. Näihin kuuluivat kokonaisvaltainen laadunhallinta, jatkuva parantaminen, vakiotoimintatavat, muutosten hallinta ja jäljitettävyyys.

Käytännön osassa analysoitiin Sandvik Mining and Construction Oy:n Tampereen tehtaan ja sen sopimusvalmistajien dokumentaatioprosessien nykytilaa, ja etsittiin kehitysmahdollisuuksia. Käytännön osassa myös pyrittiin vastaamaan analyysissa löydettyihin ongelmiin. Tuloksena oli sekä toteutettuja, suunniteltuja että ehdotettuja toimenpiteitä. Merkittävimmät työn kehitysosa-alueet olivat jäljitettävyyssprosessin ja sähköisen konekortin kehittäminen sekä toiminnanohjausjärjestelmän selainversioon pohjautuvan interaktiivisen portaalin kehittäminen. Muihin kehitysalueisiin sisältyivät laatupuutetietokanta, työ- ja toimintaohjetietokanta, tarkastuspöytäkirjaprosessi sekä sopimusvalmistajien muutostenhallinta.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

**NURMI, VILLE:** Development of Electronic Documentation in Assembly

Master of Science Thesis, 72 pages

May 2012

Major: Production Engineering

Examiner: Professor Paul Andersson

Keywords: Unit identification card, traceability, electronic documentation, production information systems, information system development, usability, standard operating procedures, change management

This Master of Science thesis was made at Sandvik Construction Tampere plant. The main goal was to develop an interactive information system for making use of assembly documents in surface division's assembly work at Tampere plant and it's Finnish satellites. This thesis is divided into two parts: a theoretic section and an applying section.

The theoretic section is divided into two as well. Firstly topics related to information systems and their development in are considered. This includes information and it's characteristics in general as well as handling and transforming of information. It also includes principles and functionalities of information systems essential to production processes and development and usability of these systems. The second part consists of quality topics related to the development of these systems as a project and on the other hand to the processes and systems that are the result of the project. These quality topics consist of Total Quality Management, continuous improvement, standard operating procedures, change management and traceability.

In the applying section the current documentation processes in Tampere plant and it's satellites are analysed, and improvement opportunities are identified. In this section the improvement opportunities were sought to be addressed. As a result a wide array of actions were either taken, planned or suggested. The most remarkable areas of improvement were the traceability process with development of the electronic unit identification card and the development of the interactive portal for assembly workers. In addition to these two, the other areas addressed were a database of quality feedback, a database of operating procedures, inspection record -process and change management for satellite producers.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Sandvik Construction Oy:n Tampereen tehtaan pintalaitepuolelle. Työ oli haastava eikä takaiskuilta välttytty. Kehityin työn aikana paljon sekä ammatillisella että henkilökohtaisella tasolla, ja pidän tätä kokemusta suuressa arvossa. Haluan kiittää entistä esimiestäni Heikki Heiskasta sekä työn ohjaajaa ja tilaajaa Pekka Koskea tästä mahdollisuudesta.

Sandvikin puolelta työn ohjausryhmään kuuluivat Pekka Koski, Heikki Heiskanen, Kimmo Pyykönen ja Petri Liljaranta. Haluan kiittää ohjausryhmää tuesta, neuvoista sekä positiivisesta suhtautumisesta haastavissakin tilanteissa. Ohjausryhmän lisäksi haluan kiittää koko työyhteisöä hyvästä ilmapiiristä sekä erityisesti Harri Vienolaa, Ari Immosta, Olli Parviaista, Mikko Vähätaloa, Hannu Aaltoa ja Tarja Laitista heidän tarjoamastaan avusta ja vinkeistä työhön liittyen.

Tampereen teknillisen yliopiston puolelta haluan kiittää työn ohjaajaa ja tarkastajaa Paul Anderssonia hänen antamistaan ohjeista ja neuvoista sekä kiinnostuksesta ja positiivisesta suhtautumisesta työn aikana. Kiitän myös Tampereen teknillisen yliopiston tukisäätiötä diplomityöhöni saamasta apurahasta.

Tampereella 22.5.2012

Ville Nurmi

# SISÄLLYS

Tiivistelmä .....	ii
Abstract .....	iii
Alkusanat .....	iv
Sisällys .....	v
Lyhenteet ja suomennotukset .....	viii
1 Johdanto .....	1
1.1 Työn tausta .....	1
1.2 Yrityksen esittely .....	1
1.3 Työn tavoitteet ja rajaukset .....	1
1.4 Käytetyt tutkimusmenetelmät .....	2
1.5 Työn rakenne .....	2
I Teoriaosa .....	3
2 Tuotannon tieto ja järjestelmät .....	4
2.1 Tiedon hallinta .....	4
2.1.1 Tiedon lajit .....	4
2.1.2 Tiedon jalostusasteet .....	5
2.1.3 Tietämyksen luominen ja siirtäminen .....	5
2.1.4 Tiedonkeruu .....	7
2.1.5 Tietotarpeiden tyydyttäminen .....	8
2.2 Dokumentit .....	9
2.2.1 Dokumenttien määrittelmä .....	9
2.2.2 Dokumenttien tehtävät .....	9
2.3 Tuotetiedonhallinta .....	10
2.3.1 Nimikkeiden hallinta .....	11
2.3.2 Tuoterakenteiden hallinta ja konfiguroitavat tuotteet .....	12
2.3.3 Tuotteiden muutosten hallinta .....	13
2.3.4 Dokumenttien hallinta .....	14
2.4 Toiminnanohjausjärjestelmät .....	15
2.5 Dokumentaation sähköistämisen edut .....	15
2.6 Tietojärjestelmän kehittämisen vaiheet .....	17
2.6.1 Esitutkimus .....	19
2.6.2 Määrittely .....	19
2.6.3 Suunnittelu .....	20
2.6.4 Toteutus .....	21
2.6.5 Testaus .....	21
2.6.6 Käyttöönotto .....	21
2.6.7 Ylläpito .....	22
2.7 Käyttöliittymän käytettävyys .....	22
3 Laatu näkökohdat .....	24
3.1 Laadun määrittelmä .....	24

3.2	Kokonaisvaltainen laadunhallinta .....	25
3.3	Jatkuva parantaminen .....	25
3.4	Vakiotoimintatavat .....	26
3.5	Muutosvastarinnan hallinta .....	27
3.6	Jäljitettävyys .....	28
II	Käytännön osa .....	30
4	Dokumentoinnin nykytila .....	31
4.1	Prosessikaavio dokumentoinnin nykytilasta .....	31
4.2	Toiminnanohjausjärjestelmä .....	32
4.3	Tuotetiedonhallintajärjestelmä .....	33
4.4	Ohjedokumentit ja ohjetietokanta .....	33
4.5	Konekortti .....	35
4.5.1	Jäljitettävät osat .....	35
4.5.2	Konekortin täyttö .....	36
4.5.3	Tiedon hakeminen konekortista .....	36
4.6	Tarkastuspöytäkirja .....	37
4.6.1	Tarkastuspöytäkirjan käyttö .....	37
4.6.2	Tarkastuspöytäkirjan elinkaari .....	38
4.7	Laatupuutteiden käsittely .....	38
4.7.1	Laatupuutteiden ilmoittaminen Tampereen kokoonpanossa .....	39
4.7.2	Laatupuutteiden ilmoittaminen sopimusvalmistajilla .....	39
4.7.3	Reklamaatiot .....	40
4.8	Muutostenhallinta sopimusvalmistajilla .....	41
5	Kehitystoimenpiteet ja -ehdotukset .....	42
5.1	Kuvaus dokumentaation visioidusta tilasta .....	42
5.2	Leanweb-portaali .....	43
5.2.1	Järjestelmän alustan valinta .....	44
5.2.2	Seurantatietonäkymän lähtötila .....	45
5.2.3	Leanweb-portaaliin suunnitellut kehitystoimenpiteet .....	46
5.2.4	Leanweb-portaalin jatkokehitysideat .....	49
5.3	Sähköinen konekortti .....	50
5.3.1	Sähköisen konekortin toimintaperiaatteet ja hyödyt .....	50
5.3.2	Sähköisen konekortin käyttöönotto .....	51
5.3.3	Ostonimikkeen alarakenneongelman ratkaisuvaihtoehdot .....	53
5.3.4	Jäljitettävyuden päätöksentekoprosessi .....	55
5.4	Laatupuutetietokanta .....	56
5.5	Ohjedokumentit .....	57
5.6	Vakiotyöjärjestykset .....	58
5.6.1	Vakiotyöjärjestysten luonti ja siihen liittyvät haasteet .....	59
5.6.2	Ehdotus vakiotyöjärjestyksen toteuttamiseksi .....	60
5.7	Uusi tarkastuspöytäkirja .....	61
5.8	Sopimusvalmistajien muutostenhallinnan ratkaisu .....	62

5.8.1	Vaihtoehto #1 Excel-linkistö .....	63
5.8.2	Vaihtoehto #2 Uusi PDM-järjestelmä linkistöllä.....	65
5.8.3	Vaihtoehto #3 Uusi PDM-järjestelmä sellaisenaan .....	66
5.8.4	Valittu ratkaisuvaihtoehto ja sen käyttöönotto .....	66
6	Yhteenveto .....	68
	Kirjalliset lähteet .....	69
	Haastattelut.....	72

**LYHENTEET JA SUOMENNOKSET**

TPS	Toyota Production System	Toyotan tuotantojärjestelmä
SECI	Socialization, Externalization, Combination, Internalization	sosialistaminen, ulkoistaminen, yhdistäminen, sisäistäminen
PDM	Product Data Management	tuotetiedonhallinta
ERP	Enterprise Resource Planning	toiminnanohjaus
JIT	Just In Time	juuri oikeaan tarpeeseen
SSADM	Structured Systems Analysis and Design Method	jäsennelty systeemianalyysi ja suunnittelumenetelmä
TQM	Total Quality Management	kokonaisvaltainen laadunhallinta
PDCA	Plan, Do, Check, Act	suunnittele, toteuta, tarkasta, korjaa
VPN	Virtual Private Network	näennäisesti yksityinen verkko



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Tämä työ tehtiin Sandvik Constructionille Tampereen tehtaan pintalaitetuotantoon. Yrityksen on jatkuvasti kehitettävä toimintatapojaan pysyäkseen mukana kovassa kilpailussa. Toimivat tietojärjestelmät ja niiden tarkoituksenmukainen käyttö ovat nousseet keskeisiksi kilpailutekijöiksi. Tämä on osa-alue, jossa lähes kaikilla yrityksillä on kehittämisen varaa. Dokumentaation sähköistämällä ja siihen liittyvien prosessien kehittämällä sekä vakio toimintatapojen käyttöönotolla pyritään ensisijaisesti tuotannon suorituskyvyn parantamiseen. Diplomityö on osa luontevaa jatkumoa tuotannonkehityksessä Sandvikin Tampereen tehtaan pintalaitetuotantopuolella.

## 1.2 Yrityksen esittely

Sandvik on vuonna 1862 perustettu kansainvälinen korkean teknologian metalliteollisuuskonserni. Vuonna 2011 Sandvik työllisti noin 50 000 henkilöä yli 130 maassa. (Sandvik, 2011, s. 2) Konserni on jakautunut kolmeen liiketoiminta-alueeseen: Sandvik Materials Technology, Sandvik Tooling ja Sandvik Mining and Construction, joka tammikuussa 2012 jaettiin kahdeksi eri yhtiöksi: Sandvik Mining ja Sandvik Construction. (Sandvik, 2012) Sandvik Mining puolestaan jakautuu kahteen asiakassegmenttiin: Underground Mining ja Surface Mining. Sandvik Mining and Construction tunnettiin vuoteen 2006 nimellä Tamrock, kunnes nimi muutettiin Sandvikin ostettua Tamrockin.

Tampereen tehtaalla toimii käytännössä kolme eri tuotanto-organisaatiota: pintalaitetuotantopuoli, maanalaisten laitteiden puoli sekä porakoneverstaas, joka tuottaa porauskaluston kaikkiin laitteisiin. Tämä työ on tehty Sandvikin Tampereen tehtaan pintalaitetuotantopuolella. Pintalaitetuotantopuoli on osa Sandvik Constructionia ja tuottaa korkealuokkaisia kallio- ja maanalaistekniikan laitteita, jotka soveltuvat sekä rakennusteollisuuteen että maan päälliseen kaivosteollisuuteen.

## 1.3 Työn tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena oli toteuttaa interaktiivinen järjestelmä kokoonpanodokumenttien hyödyntämiseen kokoonpanopisteellä. Järjestelmän tulisi kattaa Sandvikin Tampereen tehtaan pintalaitetuotanto sekä sen suomalaiset sopimusvalmistajat. Työn tuloksena tulisi olla toimiva pilotti, eli toimiva versio järjestelmästä sekä tarpeellisesti varusteltu pilot-

tiasema, joilla järjestelmää voitaisiin testata. Järjestelmän tulisi ottaa huomioon ainakin seuraavat dokumentit: piirustukset ja osaluettelot, konekortti, työ-, nosto- ja turvallisuusohjeet sekä palautteet. Näiden lisäksi työssä haluttiin ratkaisu sopimusvalmistajien muutostenhallintaongelmaan.

## 1.4 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Työ tehtiin Tampereen Sandvikin tehtaalla. Työ jakautuu kahteen osaan: teoriaosaan ja käytännön osaan. Teoriaosa on kirjallisuustutkimus, joka luo pohjaa tulevalla käytännön osalle. Kirjallisuustutkimuksen lähteinä on käytetty Tampereen ammattikorkeakoulun ja Tampereen teknillisen yliopiston kirjastojen materiaalia sekä Tampereen teknillisen yliopiston kirjaston verkkopalvelun kautta löydettyjä tieteellisiä julkaisuja. Lisäksi hyväksi on käytetty joitakin alan standardeja. Käytännön osa koostuu diplomityön aikana tehdyistä omista huomioista ja analyyseistä. Näitä tehtäessä on hyödynnetty kirjallisuustutkimuksen lisäksi laajasti myös Sandvikin henkilöstön hiljaista tietoa haastatteluiden kautta.

## 1.5 Työn rakenne

Kuten mainittu, työ jakautuu kahteen osaan: teoriaosaan, ja käytännön osaan. Teoriaosassa luodaan pohjaa käytännön osalle, jossa pureudutaan yrityksen ongelmiin ja kuvataan työn aikana aikaan saatuja toimenpiteitä ja esiin nousseita kehitysehdotuksia. Näiden osakokonaisuuksien alla työ on jaettu lukuihin, jotka muodostavat kukin oman kokonaisuutensa. Teoriaosa on jaettu kahtia lukuihin 2 ja 3, joissa on tehty kirjallisuustutkimusta kahdesta käytännön osaa tukevasta aihealueesta: tuotannon tietojärjestelmästä sekä työhön liittyvistä laatuäkökohdista. Useat luvussa 3 esitetyt laatuperiaatteet, kuten kokonaisvaltainen laadunhallinta, jatkuva parantaminen ja vakiotoimintatavat ovat huomion arvoisia sekä työn toteutuksessa että työn tuloksena syntyvissä järjestelmissä ja toimintatavoissa. Luvussa 4 on analysoitu työhön liittyvien dokumentoinnin osakokonaisuuksien lähtötilat. Luvussa 5 puolestaan vastataan luvussa 4 esiintyneisiin haasteisiin. Tämä tehdään esittelemällä sekä työn aikana toteutetut että työssä ehdotetut kehitystoimenpiteet perusteluineen. Luvussa 6 annetaan lyhyt yhteenveto työn kulusta.

# I TEORIAOSA

## 2 TUOTANNON TIETO JA JÄRJESTELMÄT

Tieto on nykyisin olennainen osa lähes jokaista yrityksen toiminta-aluetta. Tietojärjestelmät ovat perusta dokumenttien hallinnalle, toiminnanohjaukselle ja tuotetiedonhallinnalle. Myös jäljitettävyyden perustuu oikean tiedon tehokkaaseen keräämiseen ja säilömiseen. Näin ollen ymmärrys tiedon luomisesta, varastoinnista ja käytöstä on keskeisessä asemassa tässä työssä. Toisaalta on ymmärrettävä myös käytettävien järjestelmien toimintaperiaatteet. Tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmät ovat Sandvikin maanpäällisten poralaitteiden valmistuksessa kriittisessä asemassa. Ne eivät ole ainoastaan hyödyllisiä työkaluja, vaan koko toiminta perustuu niiden ympärille. Kumminkin järjestelmät ovat monipuolisessa käytössä, ja liittyvät olennaisesti myös tähän työhön.

Tässä luvussa käsitellään tiedon ja dokumentoinnin luonnetta sekä esitellään työn kannalta olennaiset tietojärjestelmät ja niiden toimintaperiaatteet. Lisäksi tässä luvussa pureudutaan käyttöjärjestelmän käytettävyyteen, uusien järjestelmien menestyksellään käyttöönotossa.

### 2.1 Tiedon hallinta

Tieto on prosessin perusta sekä dokumenttien hallinnassa että jäljitettävyydessä. Tietoa kerätään, jalostetaan ja analysoidaan. Tietoa voidaan hyödyntää vasta kun sitä ymmärretään. Tässä luvussa esitetään, miten tietoa voidaan jakaa eri lajeihin ja jalostusasteisiin. Lisäksi paneudutaan siihen, miten tietoa luodaan, jaetaan ja käsitellään.

#### 2.1.1 Tiedon lajit

Tieto voidaan jakaa kahteen lajiin: hiljaiseen ja explisiittiseen tietoon. Hiljainen tieto on henkilökohtaista tietoa tai osaamista, jota on vaikea siirtää eteenpäin muille ihmisille. Hiljainen tieto on vaikeasti käsiteltävää, eikä sen haltia aina edes tiedosta omaa hiljaista tietoaan. (Choo, 1998, s. 8) Hyvä esimerkki hiljaisesta tiedosta on polkupyörällä ajo. Se on henkilökohtaista osaamista, jota on vaikeaa opettaa muille.

Eksplisiittinen tieto on niin sanottua käsitteellistä tietoa, jota voidaan helposti varastoida ja siirtää toisille ihmisille. Eksplisiittinen tieto voidaan tallentaa ohjeina, sääntöinä ja kaavoina. Näin ollen sen käsittely ja jakaminen on huomattavasti helpompaa kuin hiljaisen tiedon tapauksessa. (Choo, 1998, s. 8) Konekortti on yksi esimerkki eksplisiittisestä tiedosta.

### 2.1.2 Tiedon jalostusasteet

Tieto voidaan jakaa myös tasoihin. Thierauf (2001, s. 8) esittää tiedolle kuusi eri jalostusastetta: data, informaatio, tietämys, ymmärrys, viisaus ja totuus. Näistä tiedon käsittelyn kannalta oleellisia ovat lähinnä kolme alinta tasoa.

Alin taso, data, on kerättyä raakaa tietoa, jota voidaan tallentaa helposti digitaaliseen muotoon, mutta joka ei itsessään ole vielä käyttökelpoista. (Ruohonen & Salmela, 1999, s. 24) Hyvä esimerkki datasta on numerosarja, kuten 55008351. Tiedon toinen taso, informaatio, on datasta jalostettua tietoa. Informaatio on dataa, joka on laitettu johonkin tiettyyn kontekstiin siten, että se on merkityksellistä ja vastaa käyttäjän tarpeisiin. (Thierauf, 2001, s. 8; Hovi et al., 2001, s.31) Kyseessä on informaatio, kun tiedetään, että numerosarja 55008351 on sarjanumero. Tiedon kolmas taso, tietämys, saavutetaan, kun tiedetään sekä itse sarjanumero että myös sen käyttötavat. Numerosarjan 55008351 kohdalla on tietämyksestä kyse, kun ymmärretään mitä sarjanumerot ovat ja mihin niitä kyseisessä organisaatiossa käytetään. Toisin sanoen kun informaatioon yhdistetään hiljaista tietoa, saadaan tietämystä. (Ruohonen & Salmela, 1999, s. 24)

### 2.1.3 Tietämyksen luominen ja siirtäminen

Toyotan toimintatapoja ja niiden kehittymistä pitkään tutkinut Takahiro Fujimoto näkee ainutlaatuiset tiedonsiirtokyvykkyudet yhdeksi juurisyyksi Toyotan menestykselle 1900-luvulla. TPS (Toyota Production System) on Fujimoton mukaan suurelta osin seurausta nimenomaan Toyotan kyvyistä luoda tietoa ja siirtää sitä tehokkaasti organisaatiossa sekä horisontaalisesti että vertikaalsesti. (Fujimoto, 1999, s. 275)

Tiedon kaksi lajia ovat tiiviisti yhteydessä toisiinsa. Hiljaisesta tiedosta on sellaisenaan hyvin vähän hyötyä organisaatiolle. Toisaalta eksplisiittinen tieto ei synny itsestään, vaan se täytyy luoda hiljaisen tiedon pohjalta. Nonaka ja Takeuchi (2012) esittävät kuvan 1. mukaisen SECI-mallin (Socialization, Externalization, Combination, Internalization) tiedon muuttamiseksi hiljaisesta eksplisiittiseksi ja takaisin.



Kuva 1. Tiedon muuttuminen hiljaisesta eksplisiittiseksi (Nonaka & Takeuchi, 2012)

1. **Sosiaalistaminen:** Hiljainen tieto siirtyy henkilöltä toiselle opettamisen tai selittämisen kautta. Tieto saadaan näin siirrettyä toiselle ihmiselle, mutta se pysyy silti hiljaisena tietona. Hyvä esimerkki tästä on mestarin ja oppipojan välinen suhde.
2. **Ulkoistaminen:** Hiljainen tieto muutetaan eksplisiittiseen muotoon kaavojen, kuvien, ohjeiden ja mallinnusten avulla. Mikäli tässä onnistutaan, on tiedon siirto muille ihmisille tämän jälkeen helppoa. Onnistuakseen ulkoistaminen vaatii kuitenkin tiedon todellista ymmärtämistä. Tämä vaihe on SECI-mallin vaikein ja tärkein vaihe.
3. **Yhdistäminen:** Edellisessä vaiheessa luotua eksplisiittistä tietoa yhdistetään muuhun tietoon ja tällä tavoin tehdään siitä soveltamiskelpoisempaa laajemmassa kontekstissa. Näin voidaan saavuttaa uutta tietoa tai täydentää vanhaa uusilla näkökulmilla. Tieto pysyy edelleen eksplisiittisessä muodossa. Nonaka ja Takeuchi antavat esimerkiksi tästä vaiheesta prototyypin rakentamisen.
4. **Sisäistäminen:** Ihmiset luovat ymmärryksen vastaanottamastaan eksplisiittisestä tiedosta, jolloin se muuttuu taas henkilökohtaiseksi hiljaiseksi tiedoksi, jota voidaan jatkojalostaa edelleen ja siirtää taas mallin ensimmäiseen vaiheeseen.

### 2.1.4 Tiedonkeruu

Tietoa kerätään monissa yrityksissä perinteiseen tapaan ensin paperille kirjaamalla, jonka jälkeen tiedot mahdollisesti tarkastetaan jonkun muun toimesta ja lopulta tallennetaan lopulliseen järjestelmään. Pahimmassa tapauksessa tieto kulkee jopa kolmen henkilön kautta ja aikaa kuluu useita päiviä. Mikäli tässä ketjussa tapahtuu jossain kohtaa virhe, saatetaan se huomata vasta viimeisessä vaiheessa kun tietoa tallennetaan järjestelmään. Kun virheen tehnyt henkilö saa virheestä palautteen, on hän jo voinut unohtaa kyseisen tapahtuman. Näin ollen virheen juurisyyn selvittäminen on haasteellista, ja pelkkä selvityksen aloittamisen kynnyks on korkea. (Pouri, 1997, s. 225)

Teknologia on kuitenkin kehittynyt kahden viime vuosikymmenen aikana, ja nykyään on olemassa erilaisia tiedonkeruujärjestelmiä helpottamaan keruuprosessia. Näiden tavoite on nimenomaan hukkatyön minimointi. Järjestelmät mahdollistavat tiedon tallentamisen suoraan lopulliseen tietokantaan siellä, missä se syntyy. (Pouri, 1997, s. 225) Hyvä esimerkki tällaisesta järjestelmästä on langaton viivakoodin lukulaite, joka tallentaa tiedon langattomasti suoraan tietokoneelle. Toisaalta järjestelmän käyttöliittymä voi yhtä hyvin olla kiinteä verkossa oleva tietokone, mikäli tiedon keruu tehdään kiinteällä työpisteellä.

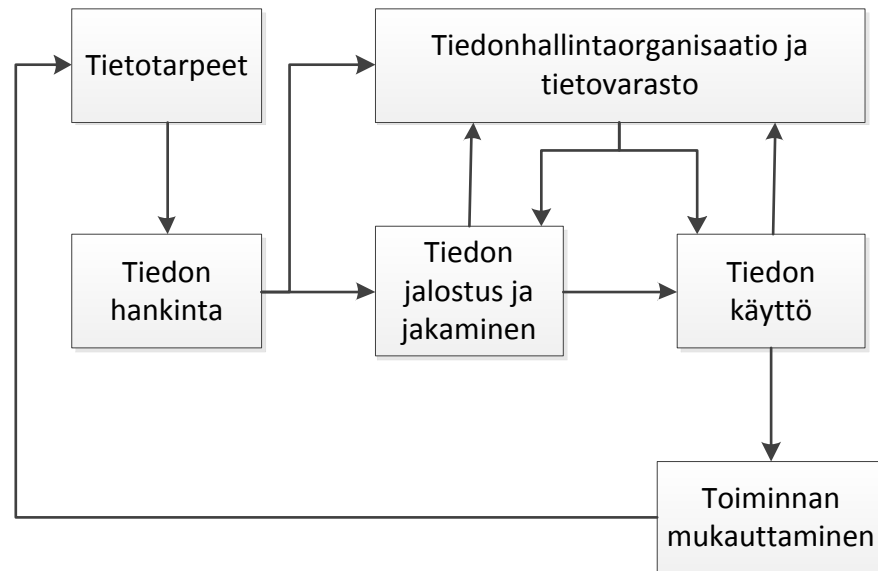
Optimitilanteessa tiedon tallentamisen järjestelmään tekee sama henkilö, joka on tehnyt itse tuottavan työnkin. Koska tieto tallennetaan työn tekemisen yhteydessä, on järjestelmä lähellä reaaliaikaista. Näin ollen myös virheet tallentamisessa huomataan nopeasti, jolloin ne voidaan korjata välittömästi. (Pouri, 1997, s. 225) Lisäksi järjestelmät vähentävät kaksinkertaista työtä, jolloin virheiden todennäköisyys vähenee. (Pouri, 1977, s. 226)

Hyvä tiedonkeruujärjestelmä minimoi virheentekomahdollisuudet. Käytännössä siis pyritään mahdollisimman helppoon ja yksiselitteiseen tiedon tallennusprosessiin. Esimerkiksi tietokoneella täytettävä järjestelmä voi pyytää tarvittavat tiedot järjestyksessä samalla tarkastaen käyttäjän antaman syötteen oikeellisuuden jokaisen syötön jälkeen. (Pouri, 1997, s. 226) Nämä pyynnöt voisivat tiedonkeruujärjestelmässä olla esimerkiksi seuraavanlaiset:

- Anna henkilötiedot.
- Anna työnnumero.
- Anna nimikkeen numero.
- Anna sarjanumero.

### 2.1.5 Tietotarpeiden tyydyttäminen

Choo (2002, s. 24) on esittänyt kuvan 2. mukaisen informaationhallinnan prosessimallin tiedon etsimiselle ja käytölle. Malli kattaa prosessin tietotarpeen tiedostamisesta aina toiminnan mukauttamiseen saakka.



Kuva 2. Informaation hallinta -prosessi (Choo 2002, s. 24)

Ensimmäisessä vaiheessa yrityksen on tunnistettava ja määritettävä tietotarpeensa. Tunnistaminen on usein intuitiivista ja reaktiivista, joka tapahtuu silloin, kun ongelmia ilmenee. Tunnistaminen voi kuitenkin olla myös proaktiivista systemaattiseen informaation analysointiin perustuvaa kehityskohteiden etsimistä. Tietotarve on myös määriteltävä mahdollisimman tarkasti, jotta osataan etsiä ratkaisua oikeaan kysymykseen. (Choo, 2002, s. 24)

Prosessimallin seuraava vaihe on tiedon hankinta, jossa etsitään tarpeellinen tieto määritellyyn ongelmaan liittyen. Tärkeä osa tätä vaihetta on myös rajata löytyneestä tiedosta oleellinen tieto erilleen epäoleellisesta. (Choo, 2002, s. 24) Oleellinen tieto tallennetaan tietovarastoon, jossa se yhdistyy jo aiemmin olemassa olleeseen tietoon. Tietovarasto ei siis ole ainoastaan tiedon säilöntäpaikka, vaan myös aktiivisesti ylläpidetty järjestelmä, jossa organisaation tietotaitoa pidetään yllä. (Choo, 2002, s. 24)

Tiedon jalostaminen ja jakaminen –vaihe edustaa tiedon jalostamista paremmin organisaation käyttöön sopivaksi sekä sen jakamista järjestelmällisesti koko organisaation käyttöön samalla tavoin kuin hiljaista tietoa pyritään muuttamaan eksplisiittiseksi koko organisaation käyttöön. (Choo, 2002, s. 25)



Tiedon käyttö on usein prosessi, jossa tehdään päätöksiä ja jonka aikana tieto jalostuu paremmin tietotarpeita vastaavaan muotoon. Uutta tietoa käytetään yhdessä vanhan tiedon kanssa olemassa olevien ongelmien ratkaisemiseksi. Tuloksena toimintaa mukauteen, kun ongelman korjaamiseksi tehdään toimenpiteitä. Toimenpiteet puolestaan johdavat uuteen tilanteeseen, jossa saattaa herätä uusia ongelmia ja tietotarpeita, jolloin siirrytään takaisin prosessimallin ensimmäiseen vaiheeseen. (Choo, 2002, s. 25)

## **2.2 Dokumentit**

### **2.2.1 Dokumenttien määritelmä**

Dokumentille on löydettävissä hyvin epämääräisiä määrittelyjä, kuten ”kirjattua informaatiota ihmisten käyttöön”. Meier & Sprague (1996) tarjoavat kuitenkin tarkemman määrittelyn, jonka mukaan dokumentti on informaatiokokonaisuus, joka voi:

- sisältää useita monimutkaisia informaatiotyyppisiä
- olla olemassa useassa paikassa tietoverkossa
- olla riippuvainen toisista dokumenteista ja niiden sisältämästä informaatiosta
- olla päivitettävissä reaaliajassa
- omata monimutkaisen rakenteen tai sisältää monimutkaista dataa, kuten videokuvaa ja äänitallenteita
- olla saatavilla ja muokattavissa samanaikaisesti useille ihmisille.

Meier & Sprague (1996) listaavat myös muotoja, joissa dokumentit esiintyvät:

- sopimukset
- raportit
- ohjeet
- muistiot
- uutiset ja artikkelit
- piirustukset
- valokuvat
- sähköpostit
- ääniviestit
- videotallenteet
- esitykset
- tulosteet.

### **2.2.2 Dokumenttien tehtävät**

Meier & Sprague (1996) jakavat dokumenttien tehtävät kolmeen kategoriaan, jotka eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan yksittäinen dokumentti voi toteuttaa kaikkia näitä tehtäviä:

- **Kommunikaatiovälineenä toimiminen:** Dokumentit, kuten muistiot, raportit ja uutiset toimivat kommunikaatiovälineinä työntekijöiden ja osastojen välillä. Kommunikaatiodokumentit, kuten ohjekirjat, voivat myös tuoda lisäarvoa asiakkaalle.
- **Liiketoimintaprosessityökaluina toimiminen:** Monet liiketoimintaprosessit sisältävät tiedon siirtämistä mahdollistaen eri osapuolten yhteistyön. Prosessien dokumentteja ovat muun muassa työ- ja materiaalivirtaa ohjaavat kaaviot sekä työssä täytettävät pöytäkirjat.
- **Organisatorisen muistin ylläpitäminen:** Tietokantoihin kerätyt dokumentit, kuten muistiot, raportit ja sopimukset muodostavat organisatorisen muistin yhdessä yksilöiden hiljaisen tiedon kanssa.

## 2.3 Tuotetiedonhallinta

Tuotetiedonhallinta eli PDM (Product Data Management) käsittää terminä tuotteen kaikkien teknisten tietojen hallinnan. Esimerkiksi tilaus- ja toimitusprosessin tiedot siis jäävät tuotetiedonhallinnan ulkopuolelle. Eräs tuotetiedonhallinnan määritelmä kuuluu näin: ”Systemaattinen tapa suunnitella, hallita, ohjata ja valvoa kaikkea sitä tietoa, jota tarvitaan tuotteen dokumentoimiseksi, tuotteen kehittämis-, suunnittelu-, valmistus- ja testausprosessien sekä käytön aikana tuotteen koko elinkaaren ajan.” (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 18) Tuotetietoa hallitaan käytännössä erillisten ohjelmistojen avulla, joita kutsutaan yleisesti PDM-järjestelmiksi. Nämä järjestelmät rakennetaan pääosin suunnittelun tarpeille, vaikka käyttäjäkunta organisaatiossa on yleensä laaja. (Peltonen et al., 2002, s. 9) Tyypillisesti käyttäjiä, jotka vain hakevat tietoa voi olla satakertainen määrä tietoa lisääviin käyttäjiin nähden. (Peltonen et al., 2002, s. 106) PDM-järjestelmät perustuvat yleensä asiakas-palvelin –rakenteeseen. Tämä tarkoittaa sitä, että informaatio on palvelimella, josta käyttäjät asiakasohjelman lähettämien palvelupyyntöjen kautta saavat haluamansa tiedot näkyville. Peltonen et al. (2002, s. 105) jakavat tuotetiedonhallinnan neljään osa-alueeseen:

- nimikkeiden hallinta
- dokumenttien hallinta
- tuoterakenteiden hallinta
- muutosten hallinta.

Sääksvuori & Immonen (2002, s. 21) puolestaan jakavat PDM:n ominaisuuksien mukaan pienempiin osiin:

- nimikkeiden hallinta
- tuoterakenteen hallinta
- käyttöoikeuksien hallinta

- dokumenttien ja nimikkeiden tilan ylläpito
- tiedonhaku
- muutosten hallinta
- konfiguraation hallinta
- viestien hallinta
- dokumenttien hallinta
- tiedon katoamisen esto
- varmuuskopioiden hallinta
- lokikirjanpito
- tietoholvin ylläpito.

Vertaamalla yllä olevia jaotteluita huomataan, että Peltonen on pyrkinyt määrittelemään PDM:n isompiin osakokonaisuuksiin, jotka kaikki löytyvät myös Sääksvuoren ja Immosen jaottelusta. Sääksvuori ja Immonen puolestaan ovat listanneet paljon ominaisuuksia, jotka ovat joko kokonaisuuksina hyvin pieniä ja selkeitä, kuten lokikirjanpito tai voidaan ajatella sisältyvän johonkin Peltosen antamista neljästä osa-alueesta. Näin ollen tämä luku rakentuu Peltosen jaottelun mukaisesti.

### **2.3.1 Nimikkeiden hallinta**

Nimikkeiden hallinta on tuotetiedon hallinnan perusta. Nimikkeet ovat hallittavia yksiköitä, kuten osia, kokoonpanoja tai kaavioita. Jokaisella nimikkeellä on oma tunniste, jota kutsutaan usein nimikkeen koodiksi tai ID-koodiksi. Nimikkeellä on aina myös kuvaus, eli nimi. (Peltonen et al., 2002, s. 16) Lisäksi nimikkeellä on myös vaihteleva määrä attribuutteja, jotka antavat lisätietoa nimikkeestä. (Peltonen et al., 2002, s. 20)

Yksi nimikkeiden hallinnan tärkeimmistä osa-alueista on nimikkeiden luokittelu. Hyvin suunniteltu luokittelusysteemi antaa edellytykset nimikkeiden monipuolisille hakutoiminnoille. (Peltonen et al., 2002, s. 27) Esimerkiksi suunnittelijan on hyvä pystyä helposti hakemaan kaikki tietyn tyyppiset osat, kuten tapit, joista hän voi nopeasti valita sopivan valmiiksi suunnitellun osan. Toisaalta esimerkiksi toimittajakohtaiset haut voivat olla hyödyllisiä. Luokittelu voidaan hoitaa monella eri tavalla tarpeesta riippuen, eikä tähän voida sanoa yhtä oikeaa tapaa. (Peltonen et al., 2002, s. 28)

Toinen tärkeä osa-alue on versioiden hallinta, jolla varmistetaan, että nimikkeitä voidaan päivittää järkevästi eli niistä voidaan luoda uusia revisioita, ja että kaikki käyttävät voimassa olevaa revisiota nimikkeestä. (Peltonen et al., 2002, s. 32) Versioiden hallinta ei kuitenkaan ole olennaista tämän työn kannalta.

### 2.3.2 Tuoterakenteiden hallinta ja konfiguroitavat tuotteet

Tuoterakenne kertoo, mistä osista tuote koostuu ja mitkä näiden osien suhteet toisiinsa ovat. Rakenne on siis puumainen systeemi, jossa ylhäällä isommat osat koostuvat pienemmistä alemman tason osista ja niin edelleen. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 27) Osien ja komponenttien lisäksi tuoterakenne voi sisältää myös työvaiheita tai viittauksia nimikkeisiin, kuten työ- ja testausohjeet. Tuoterakenteet esitellään osaluetteloiden avulla. Jokaisen osan osaluettelo sisältää alemman tason osat, joista kyseinen osa koostuu. (Peltonen et al., 2002, s. 62) Tuoterakenteille on tärkeää, että ne ovat keskenään yhteisiä. Yksi hyvä tapa on muodostaa rakenteet ns. aitojen osakokoonpanojen avulla. Aidoilla osakokoonpanoilla on seuraavat ominaisuudet: (Peltonen et al., 2002, s. 61)

- voidaan käyttää sellaisenaan ilman muutoksia erilaisissa kokoonpanoissa
- on helposti käsiteltävä fyysinen kokonaisuus
- voi olla toiminnallinen moduuli
- voidaan valmistaa ja varastoida itsenäisesti
- voidaan kiinnittää helposti isompiin kokoonpanoihin
- soveltuu alihankintaan

Tuoterakenteeseen on mahdollista sisällyttää välinimikkeitä, jotka jakavat kokoonpanon työvaiheisiin. Näin ei kuitenkaan yleensä kannata tehdä, vaan tämä on parempi hoitaa toiminnanohjausjärjestelmän eli lyhentäen ERP-järjestelmän (Enterprise Resource Planning) puolella, jossa on paremmat toiminnallisuudet tätä tehtävää varten. (Peltonen et al., 2011, s. 60)

Konfiguroitava eli asiakaskohtaisesti muunneltava tuote asettaa omat haasteensa tuoterakenteen hallinnalle. Konfiguroitavat tuotteet täyttävät seuraavat kriteerit: (Peltonen et al., 2002, s. 79)

- Tuoteyksilöt tuotetaan tilauskohtaisesti asiakkaan vaatimusten mukaisiksi.
- Tuote on etukäteen suunniteltu täyttämään tiettyjä asiakastarpeita.
- Tuoteyksilö muodostuu etukäteen suunniteltujen komponenttien yhdistelmästä.
- Tuoteyksilö perustuu etukäteen suunniteltuun rakenteeseen.
- Tuoteyksilön muuntelu toteutetaan järjestelmällisesti.

Modulaarisuus on avainasemassa menestyksellisessä konfiguroitaviin tuotteisiin perustuvassa tuotannossa. On pystyttävä tarjoamaan sopiva määrä vaihtoehtoisia moduuleita, jotta asiakastarpeet pystytään tyydyttämään, kuitenkin siten, että hallittavuus ei kärsi liikaa. (Peltonen et al., 2002, s. 79)

Konfiguroitava tuote on tuoteperhe, joka sisältää joukon erilaisia tuotevariantteja. Variantit perustuvat vaihtoehtoisiin komponentteihin, joten varianttien määrä on yleensä suuri, koska yhdenkin komponentin vaihto johtaa uuteen tuotevarianttiin. Tästä syystä jokaisesta variantista ei kannata luoda omaa rakennettaan, vaan on järkevämpää muo-

dostaa tuoteperherakenne. (Peltonen et al., 2002, s. 79) Tuoteperherakenne sisältää kaikki tuotteen mahdolliset komponentit ja variaatiot, joista tuoteyksilörakenteeseen valikoidaan asiakkaan vaatimukset täyttävät komponentit. Mikäli yrityksessä on käytössä sekä PDM- että ERP-järjestelmät, kuten nykyään on yleistä, täytyy tuoteyksilön rakenne siirtää vielä ERP-järjestelmään tuotantoa varten. (Peltonen et al., 2002, s.84) ERP-järjestelmät eivät osaa käsitellä konfiguroitavia tuotteita. (Peltonen et al., 2002, s. 86)

Rakenteen lisäksi myynnin jälkeisiä toimintoja varten tarvitaan usein myös erillinen tuoteyksilön kuvaus, johon tallennetaan jäljitettävyyttä varten yksilöä koskevia tietoja, kuten mittausarvoja, valmistuseriä ja materiaali- ja sarjanumeroita (Peltonen et al., 2002, s. 77)

### **2.3.3 Tuotteiden muutosten hallinta**

Muutosten hallinnalla pyritään saamaan viimeisin oikea tieto tuotteisiin ja sen osiin tehdyistä muutoksista oikeaan paikkaan ja aikaan käyttäjien saataville. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 22) Lisäksi hyvä muutosten hallinta mahdollistaa suunnittelumuutosten näkyvyyden ja jäljitettävyyden. Hyvä muutosten hallinta mahdollistaa seuraavat asiat: (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 38)

- muutosprosessin tapahtuminen kontrolloidusti sovitun prosessin mukaan
- sujuva muutoksista tiedottaminen
- virtaviivainen ja nopea muutosprosessi
- muutosten ajoitus tiettyyn ajankohtaan tai tapahtumaan kytkettynä, esimerkiksi vanhan osan loppuminen varastosta
- tuotetietojen välisten suhteiden säilytys ja tarkistus muutostilanteessa.

Yleensä kun tuotteeseen halutaan muutos, on muutettava useampaa nimikettä. Lisäksi jo yhden nimikkeen, kuten osan, muutoksella voi olla vaikutuksia myös muihin nimikkeisiin, joihin se on sidoksissa. Tätä muutosprosessia voidaan käytännössä hallita seuraavalla tavalla: (Peltonen et al., 2002, s. 74)

- Kun huomataan tarve muutokselle, on ensin tehtävä asiasta muutospyyntö. Muutospyyntö kuvaa ongelman ja esittää karkealla tasolla olevia ratkaisumahdollisuuksia. Muutospyynnön tekee usein työntekijä.
- Jos muutospyyntö koetaan hyväksi, tehdään sen perusteella muutosehdotus, joka on tarkempi suunnitelma muutosten toteuttamisesta. Muutosehdotuksessa kerrotaan yksiselitteisesti mitä komponentteja halutaan muuttaa ja millä tavoin sekä paljonko kyseinen muutos arviolta tulisi maksamaan ja minkälaiset siitä saatavat hyödyt tulisivat olemaan. Muutosehdotuksen tekee yleensä joku tuotannon toimihenkilö.

- Suunnittelu hyväksyy tai hylkää muutosehdotuksen sekä toteuttaa hyväksytyt muutosehdotukset. Tämän jälkeen laaditaan muutosilmoitus, joka sisältää tarvittavat tiedot kaikille ihmisille, joita muutos koskee.

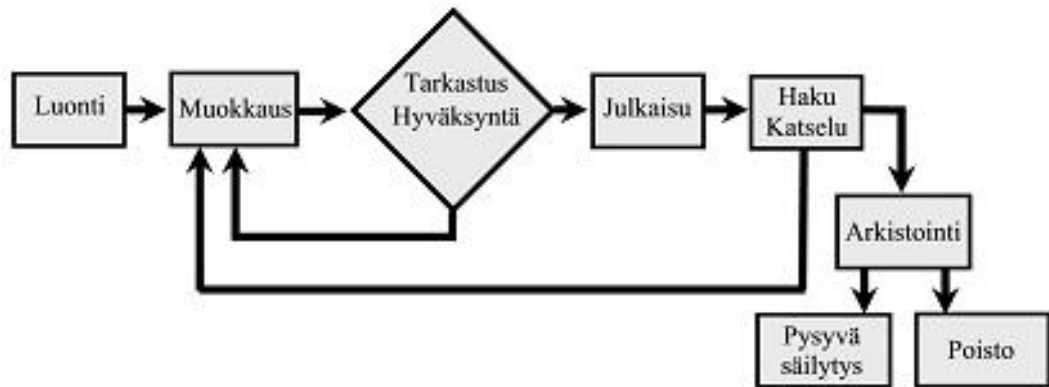
Muutostenhallinnassa on tärkeää olla järjestelmälliset toimintatavat, joilla varmistetaan muutokseen liittyvän tiedonkulun sujuvuus. Yksi tapa on liittää kuhunkin dokumenttiin luettelo käyttäjistä tai käyttäjäryhmistä, joille halutaan ilmoitus lähettää muutosta tehtäessä. (Peltonen et al., 2002, s. 74)

### 2.3.4 Dokumenttien hallinta

Ihmiset ja heidän tietämyksensä ovat tärkeässä asemassa nykypäivän yrityksissä. Dokumentoinnin avulla osa tästä tietämyksestä saadaan valjastettua kaikkien työntekijöiden käyttöön. Mitä paremmin tietoa pystytään jakamaan ja mitä enemmän hiljaista tietoa saadaan muutettua eksplisiittiseen muotoon, sitä parempaan suorituskäyttöön päästään. Dokumentointi vähentää yrityksen riippuvuutta yksittäisistä työntekijöistä. (Anttila, 2001, s. 94) Hyvä dokumenttien hallinta varmistaa, että tarvittavat dokumentit ja ovat kaikkien saatavilla voimassa olevilla revisioilla. (Peltonen et al., 2002, s. 47) Dokumenttien hallinta on tuotetiedon hallinnan osa-alue, mutta joitakin dokumentteja voidaan hallinnoida myös PDM-järjestelmästä erillisellä ohjelmistolla.

Dokumenttien hallinnan päätehtävä on arkistoida dokumentteja ja tehdä niiden etsiminen mahdollisimman helpoksi. Tämä tapahtuu käytännössä luomalla jokaiselle dokumentille oma ominaisuustiedosto, joka sisältää tiedot, joiden avulla dokumentti on löydettävissä. (Anttila, 2001, s. 4) Tämän lisäksi järjestelmän tulisi tarjota intuitiivinen kansiorakenne, jossa dokumentit arkistoidaan ja jota selaamalla saadaan yleiskäsitys saatavilla olevista dokumenteista. Sama dokumentti voi olla useammassakin kansiossa siten, että yksi muokkauskerta kuitenkin riittää. (Anttila, 2001, s. 24)

Hyvällä dokumenttien hallintajärjestelmällä pystytään huolehtimaan versionhallinnasta siten, että se lukitsee muokkauksessa olevan dokumentin niin, ettei kaksi eri käyttäjää voi muokata sitä samanaikaisesti. Järjestelmä hallitsee dokumentin työvirtoja, kuten tarkistusta, hyväksyntää, julkaisua ja jakelua sekä antaa mahdollisuudet käyttöoikeuksien rajaamiselle. (Anttila, 2001, s. 4) Dokumenttien hallintajärjestelmän tulee pystyä ylläpitämään myös dokumenttien metatietoa, eli indeksitietoa, jonka mukaan dokumentteja voidaan luokitella ja etsiä. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 22) Tärkeää on, että dokumentin tuottamisvaiheessa tuottaja asettaa dokumentille tarvittavat ominaisuustiedot kerralla, muuten hallintajärjestelmästä ei saada paljoakaan hyötyä, kun haut ovat vaikeita, eikä niihin voida luottaa. (Anttila, 2001, s. 26)



Kuva 3. Dokumentin elinkaari (2001, Anttila, s. 4)

Internet-selain on hyvä käyttöliittymä dokumentin hallintajärjestelmille. Tärkeimmät syyt tähän ovat se, että erillisiä ohjelmia ei tällöin tarvita, selain on tuttu ja hyvä käytettävyydeltään, sekä se että sama ohjelma toimii kaikissa tietokoneissa ja käyttöjärjestelmissä selaimesta riippumatta. (Anttila, 2001, s. 107)

## 2.4 Toiminnanohjausjärjestelmät

Toiminnanohjaus- eli ERP-järjestelmät ovat tietokoneohjelmia, joiden avulla voidaan käsitellä ostotapahtumia sekä suorittaa reaaliaikaista tuotannon suunnittelua ja materiaalinohjausta. ERP-järjestelmillä tulisi täyttää ainakin seuraavat kriteerit: (O’Leary, 2000, s. 27)

- perustuu asiakas-palvelin –rakenteeseen
- yhdistää suurimman osan organisaation prosesseista
- käsittelee suurimman osan organisaation ostotapahtumista
- käyttää koko yrityksen laajuista tietokantaa, jossa tieto on tallennettuna vain yhteen kertaan
- mahdollistaa pääsyn tietoihin reaaliajassa
- mahdollistaa tuotannonsuunnittelun yhdistämällä osto- ja suunnittelutoiminnot
- mahdollistaa muokkaamisen ja räätälöinnin ilman ohjelmointia.

## 2.5 Dokumentaation sähköistämisen edut

Teknologinen kehitys viime vuosikymmenten aikana on avannut paljon mahdollisuuksia tehostaa toimintaa siirtymällä dokumentoinnissa sähköiseen muotoon. Tässä luvussa käydään läpi perinteisten paperidokumenttien heikkouksia ja vastaavasti sähköisen dokumentaation mahdollisuuksia käyttäen perustana luvussa 2.2.2 esitettyä dokumenttien tehtäväkategorisointia.

Kommunikaatiovälineenä toimimisessa perinteisten dokumenttien, kuten paperien, valokuvien ja videonauhojen, suurin heikkous on niiden jäykkyys. Perinteisessä paperidokumentissa tieto voidaan asettaa sivulle vain yhdellä tavalla, kun taas sähköinen dokumentaatio voi olla järjestelmäpohjaista, jolloin kyetään tarjoamaan eri käyttäjille juuri heidän tarvitsemansa tiedot tarpeen mukaan vaihtelevissa muodoissa. (Meier & Sprague, 1996)

Sähköisten järjestelmien ja dokumenttien käyttö helpottaa kommunikaatiota merkittävästi. Dokumentin lähettäminen sähköisessä muodossa samanaikaisesti usealle henkilölle sähköpostin välityksellä mahdollistaa tiedon lyhyemmät prosessointiajat ja parantaa toimintojen koordinoitua. (Meier & Sprague, 1996) Toisaalta tietojärjestelmät itsessään pystyvät kommunikoimaan johtajille ja muille työntekijöille tärkeää tietoa, jonka perusteella voidaan tehdä toimenpiteitä. (Meier & Sprague, 1996) Hyvä esimerkki tästä on toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla pystytään paremmin suunnittelemaan tuotantoa ja ohjaamaan materiaalivirtoja. Web-sivut ja sähköposti mahdollistavat myös suoran kommunikaation asiakkaiden suuntaan. (Meier & Sprague, 1996)

Perinteisillä dokumenteilla on heikkoutensa myös liiketoimintaprosessityökaluina toimimisen kannalta. Dokumenttien kopiointi ja monistus ovat hukkatyötä. Toinen ongelma on se, että pääsääntöisesti yhtä dokumenttia voi hyödyntää vain yksi ihminen kerrallaan. Sähköisessä tietokannassa olevat dokumentit puolestaan ovat kaikkien saatavilla reaaliajassa ilman tulostusta tai kopiointia. Tämä parantaa työn tehokkuutta valtavasti arvoa lisäämättömän työn vähentymisen kautta. (Meier & Sprague, 1996) Lisäksi dokumenttien päivittäminen tuottaa huomattavia ongelmia, kun dokumentteja joudutaan pahimmillaan kierrättämään usean osaston välillä vuorotellen muokattavina. Tämä hajottaa työvirtoja ja luo esteitä joustavuudelle. JIT-liiketoiminta (Just In Time, juuri oikeaan tarpeeseen) tarvitsee materiaalin lisäksi myös tiedon oikeaan aikaan, yleensä reaaliajassa (Meier & Sprague, 1996)

Organisatorisen muistin kannalta perinteisten dokumenttien heikkoudet ovat ilmeiset. Paperien, valokuvien ja videonauhojen säilyttäminen vie tilaa. Oikean tiedon etsiminen arkistoista on vaivalloista ja arvoa lisäämätöntä työtä. Revisioiden hallinta on suuri ongelma. Aina kun dokumenttia muokataan, on jonkun käytävä fyysisesti vaihtamassa vanha dokumentti uuteen. Usein arkistoidut paperidokumentit eivät ole edes ajan tasalla. Nämä ongelmat yhdessä johtavat siihen, että perinteisen dokumentaation hyödyt organisatorisena muistina toimimisessa jäävät hyvin vähäisiksi. (Meier & Sprague, 1996) Toisaalta sähköinen dokumentaatio mahdollistaa organisatorisen muistin luomisen ja sen tehokkaan hyödyntämisen. Tietojärjestelmiin on mahdollista rakentaa erittäin tehokkaat arkistointi- ja hakuominaisuudet erimuotoisille dokumenteille. Tämä puolestaan johtaa väistämättä korkeampaan tuottavuuteen sitä enemmän, mitä nopeammin ja tarkemmin

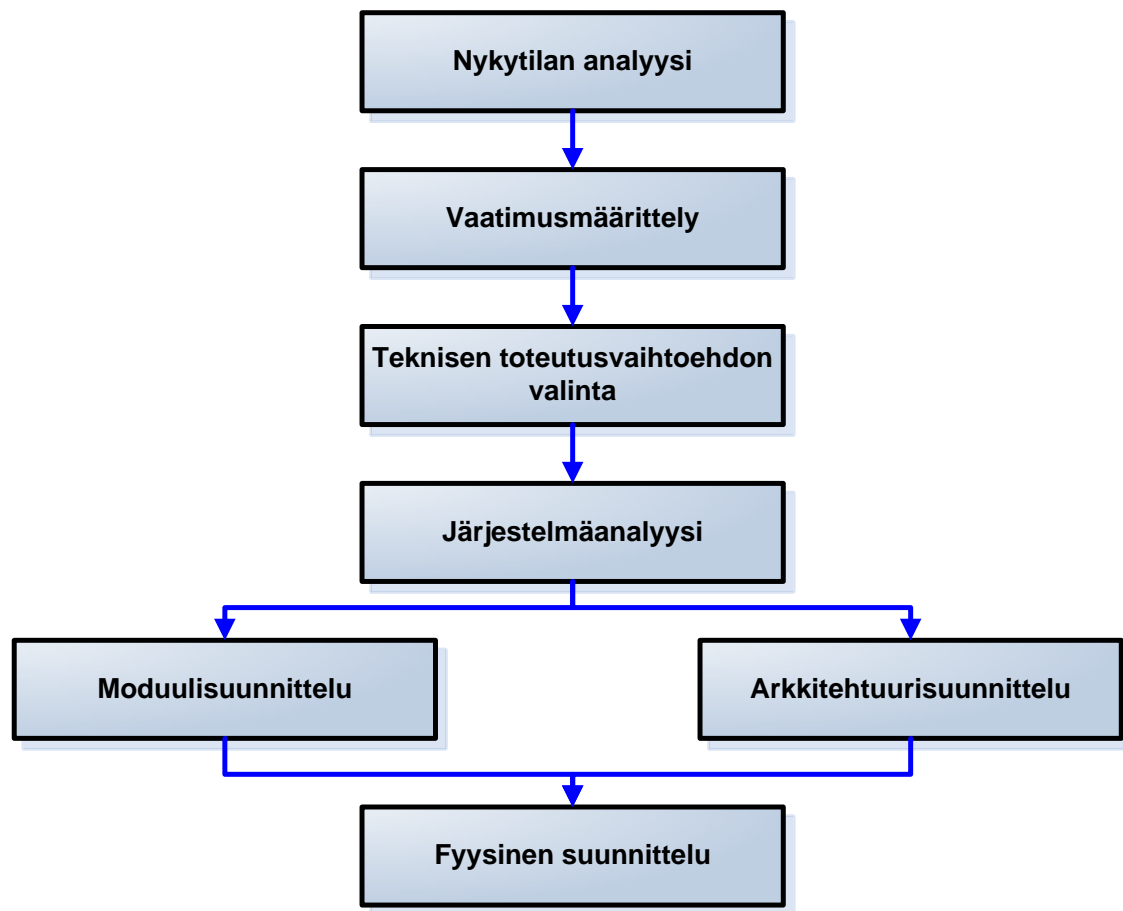


tietojärjestelmä pystyy tarjoamaan tarvittavaa tietoa käyttäjille. (Meier & Sprague, 1996)

## **2.6 Tietojärjestelmän kehittämisen vaiheet**

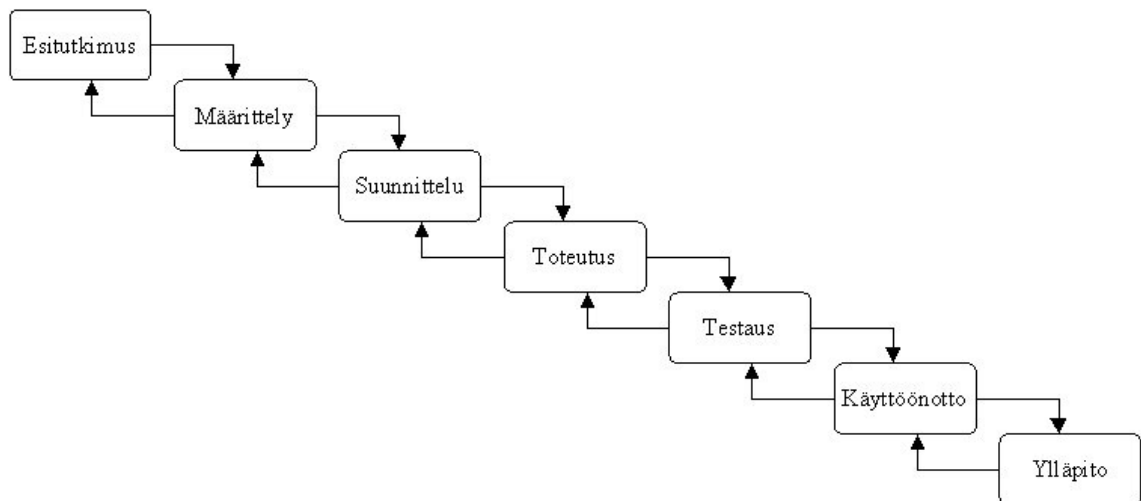
Tietojärjestelmän kehittäminen on systemaattista toimintaa, jossa edellisen vaiheen lopputulos toimii seuraavan vaiheen syötteenä. Vaikka vaiheet ovat käytännössä usein osittain päällekkäisiä, on niillä silti selvästi tietty järjestys. (Pohjonen, 2002, s. 26) Ince & Andrews (1990, s. 168) esittävät Iso-Britannian hallituksen vuonna 1980 käynnistämän tutkimuksen tuloksena saadun laajasti levinneen kuvassa 4 esitetyn SSADM-mallin (Structured Systems Analysis and Design Method) tietojärjestelmien kehitysprojektien standardoimiseksi. Tämän mallin mukaan tietojärjestelmän pohjatyö ja suunnittelu voidaan jakaa karkeasti kuuteen vaiheeseen: (Ince & Andrews, 1990, s. 171)

1. nykytilan analyysi
2. vaatimusmäärittely
3. teknisen ratkaisuvaihtoehdon valinta
4. järjestelmäanalyysi
5. moduulisuunnittelu ja arkkitehtuurisuunnittelu
6. fyysinen suunnittelu.



Kuva 4 SSADM-vaiheet (Ince & Andrews, 1990, s. 171)

Pohjonen (2002, s. 40) puolestaan esittää kuvassa 5 mallin tietojärjestelmän elinkaarelle. Tämä malli on hyvin yhtenäinen SSADM-mallin kanssa, mutta sisältää myös suunnittelun jälkeiset vaiheet. Nämä vaiheet ovat tämän työn kannalta oleellisia, joten tämä luku rakentuu Pohjosen kuvaaman vesiputousmallin mukaan. Kuten kuvasta 5. ilmenee, joudutaan käytännössä usein tietyn vaiheen aikana ilmenneen tiedon perusteella palamaan edelliseen vaiheeseen ja pohtimaan sitä uudelleen. (Pohjonen, 2002, s. 40)



Kuva 5. Vesiputousmalli (Pohjonen, 2002, s. 40)

### 2.6.1 Esitutkimus

Selvitetään, onko tietojärjestelmän kehitysprojektin läpivienti mahdollista ja mielekästä. Selvitetään, miksi uusi järjestelmä tarvitaan, ja mitkä ovat pääpiirteittäin sen tavoitteet ja mitä ratkaisuvaihtoehtoja on olemassa. Esitutkimuksen perusteella tehdään päätös kehitysprojektin toteuttamisesta tai toteuttamatta jättämisestä. (Pohjonen, 2002, s. 27)

Pohjosen (2002, s. 27) mukaan esitutkimuksessa tulisi selvittää ainakin seuraavat asiat:

- kehityshankkeeseen liittyvien tietojärjestelmien nykytilan kuvaus
- niiden ongelmien kuvaukset, joihin kehitysprojektin odotetaan tuovan ratkaisut
- kuvakset niistä sidosryhmistä, joita kehitysprojekti koskee
- alustavat tavoitteiden ja rajausten määrittelyt
- eri ratkaisuvaihtoehtojen kuvaukset arvioineen ja perusteluineen
- alustava suunnitelma kehityshankkeen läpiviemiseksi.

### 2.6.2 Määrittely

Määrittely jakautuu kahteen vaiheeseen: vaatimusmäärittely ja sen pohjalta tehtävä tarkempi järjestelmäanalyysi. Vaatimusmäärittelyssä kirjataan ylös tarkemmat toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset kehitettävälle järjestelmälle. Toiminnalliset vaatimukset kertovat, mitä järjestelmän halutaan tekevän. Ei-toiminnalliset vaatimukset puolestaan määrittävät reunaehdot toiminnallisten vaatimusten täyttämiseksi. Vaatimusmäärittely on syytä tehdä huolellisesti, koska seuraavat vaiheet nojautuvat siihen hyvin vahvasti. (Pohjonen, 2002, s. 28) Erityisen tärkeää tässä vaiheessa on se, että unohdetaan vanhat järjestelmät ja toimintatavat, ja pystytään ajattelemaan asiaa uudelta kannalta, jotta jo tässä vaiheessa mahdollistetaan parhaan ratkaisun löytäminen. (Ince & Andrews, 1990, s. 173) Pohjosen (2002, s. 28) mukaan vaatimusmäärittelyn tulisi sisältää seuraavat asiat:

- kuvaus kehitysprojektin toimeksiannosta
- kuvaus kohdejärjestelmän nykytilanteesta

- pääpiirteinen kuvaus kohdejärjestelmästä ja sille asetetuista tavoitteista
- toiminnallisten vaatimusten kuvaukset
- ei-toiminnallisten vaatimusten kuvaukset
- rajoitteiden kuvaukset
- vaatimusten ja rajoitteiden prioriteetit
- tarvittavat lisäselvitykset.

Vaatimusmäärittelyn pohjalta luodaan tarkempi järjestelmäanalyysi. Tässäkään vaiheessa ei vielä oteta kantaa toteutusratkaisuun, vaan ainoastaan määritellään järjestelmältä vaaditut toiminnot. (Pohjonen, 2002, s. 31) Yksinkertaistaen tämä vaihe on siis edellisen vaiheen tarkennusta. Pohjosen mukaan (2002, s.31) järjestelmän toiminnallisen määrittelyn tulisi sisältää seuraavat asiat:

- kuvaus järjestelmän ympäristöstä
- kuvaus järjestelmän käyttäjistä
- kuvaukset järjestelmän rajoitteista
- kuvaus järjestelmään ja sen käyttöön liittyvistä oletuksista ja riippuvuuksista
- järjestelmän toimintojen yksityiskohtainen kuvaus
- järjestelmien käsittelemien tietojen ja tietokantojen kuvaukset
- järjestelmän rajapintojen kuvaukset
- määrittelyt järjestelmän suorituskyvyn, käytettävyyden, virhetilanteista toipumisen ja turvallisuuden vaatimuksista.

### 2.6.3 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa luodaan edellisten vaiheiden perusteella järjestelmän tekninen määrittely, jossa kuvataan tarkasti, miten toiminnallisuudet toteutetaan. Suunnittelu jaetaan usein kahteen kokonaisuuteen: arkkitehtuurisuunnittelu ja moduulisuunnittelu. (Pohjonen, 2002, s. 32) Arkkitehtuurisuunnittelussa määritellään järjestelmän yleinen rakenne, joka jaetaan pieniin osakokonaisuuksiin, jotka voidaan puolestaan antaa yksittäisten ohjelmoijien suunniteltaviksi ja toteutettaviksi. Arkkitehtuurisuunnittelun tavoitteena on jakaa järjestelmä mahdollisimman itsenäisiin moduuleihin, joiden rajapinta toisiin moduuleihin on mahdollisimman vähäinen. Moduulisuunnittelussa puolestaan suunnitellaan näiden itsenäisten moduulien rakenteet. Suunnitteluvaiheen tuloksena olevan teknisen määrittelyn dokumentaation tulisi kattaa ainakin seuraavat osa-alueet: (Pohjonen, 2002, s. 33)

- tiivistelmä järjestelmän tarkoituksesta
- kuvaus järjestelmän sovellusalueesta sekä järjestelmän osuudesta siinä
- kuvaus järjestelmän laitteisto- ja ohjelmistoympäristöstä
- kuvaus toteutuksen reunaehdoista
- kuvaus järjestelmän ja ympäristön vuorovaikutuksesta

- kuvaus järjestelmän arkkitehtuurista
- kuvaus moduuleista.

#### 2.6.4 Toteutus

Tässä vaiheessa toteutetaan edellisen vaiheen suunnitelmat. Ensin on kuitenkin valittava toteutusväline eli käytettävä ohjelmointikieli tai sovelluskehitin. Toteutusvaiheen onnistuminen riippuu vahvasti edellisten vaiheiden onnistumisesta. Tämän lisäksi ratkaisevaa on myös se, miten toteutusvaiheessa väistämättä esiin nousevat ennakoimattomat ongelmat saadaan ratkaistua. (Pohjonen, 2002, s. 34)

Järjestelmän joustavuus ja ylläpidettävyys ovat erityisen tärkeitä ja hankalia asioita, jotka ansaitsevat erityishuomiota toteutusvaiheessa, koska järjestelmiä käytetään usein myös erilaisissa ympäristöissä, kuin alun perin on suunniteltu. On erityisen tärkeää, että koko kehitystiimi ymmärtää näiden asioiden tärkeyden, koska ne tulevat helposti ohitet-  
tua yksittäisten ohjelmoijien toimesta. (Pohjonen, 2002, s. 35)

#### 2.6.5 Testaus

Toteutuksen jälkeen ohjelma on testattava ennen käyttöönottoa. Testaus voidaan jakaa kolmeen osaa: moduulitestaukseen, integrointitestaukseen ja järjestelmätestaukseen. Moduulitestauksessa vikojen haravointi keskittyy yksittäisiin moduuleihin, integrointi-  
testauksessa moduulien yhteistoimintaan ja järjestelmätestauksessa koko järjestelmän toimintoihin ja suorituskykyyn. Lisäksi moduulitestaus jakautuu sisäiseen ja ulkoiseen testaukseen. Sisäinen testaus suuntautuu moduulien sisäisten algoritmien toimintaan, kun taas ulkoinen testaus tarkastelee moduulien tuottamien tulosten oikeellisuutta. (Pohjonen, 2002, s. 36)

#### 2.6.6 Käyttöönotto

Testauksen jälkeen voidaan siirtyä käyttöönottoon. Käyttöönotossa huomionarvoisia asioita ovat mahdollisten olemassa olevien tietojen ja tietokantojen siirtäminen sekä mahdollisten vanhojen ja rinnakkaisten järjestelmien huomioon ottaminen. (Pohjonen, 2002, s. 37) Käyttöönottoon kuuluu käyttäjien kouluttaminen uuden järjestelmän käyttämiseen. Pohjosen mukaan (2002, s. 27) koulutusta suunniteltaessa on vastattava seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka koulutus järjestetään?
- Kuka koulutuksen suorittaa?
- Kenelle koulutus suunnataan?
- Tarvitaanko erilaista koulutusta eri käyttäjäryhmille?
- Millä aikataululla koulutus toteutetaan?

Lisäksi suunnitteluvaiheessa tulee suunnitella myös uuden järjestelmän käyttötapa ja välineistö. Tässä vaiheessa tulisi tehdä päätös siitä, käytetäänkö uutta järjestelmää vanhoilla välineillä, kuten tietokoneet, vai tarvitaanko uutta kalustoa, millaista ja missä määrin. (Ince & Andrews, 1990, s. 175)

### 2.6.7 Ylläpito

Ylläpito on järjestelmän elinkaaren pisin vaihe. Se kestää käyttöönotosta aina järjestelmästä luopumiseen asti. Ylläpidossa korjataan käytössä ilmeneviä virheitä, sekä tehdään jatkokehitystä esiin nousevien tarpeiden mukaan. Ylläpito voidaan jakaa neljään alueeseen: (Pohjonen, 2002, s. 27)

- **Korjaava ylläpito** keskittyy käytössä havaittujen virheiden korjaamiseen.
- **Sopeuttava ylläpito** siirtää järjestelmän tarvittaessa uusiin ympäristöihin.
- **Täydentävä ylläpito** toteuttaa uusia ominaisuuksia järjestelmään.
- **Ennakoiva ylläpito** parantaa järjestelmän ylläpidettävyyttä jatkossa.

## 2.7 Käyttöliittymän käytettävyys

Tietokoneohjelman tai Web-sivun käytettävyys kuvaa sitä, kuinka onnistuneesti se tukee käyttäjien tarpeita ja toimintoja siten, että se on helposti ymmärrettävissä ja opittavissa. Phyo (2003, s. 17) antaa tämän määritelmän tueksi neljä ominaisuutta, jotka vaaditaan hyvän käytettävyyden saavuttamiseksi:

- **tehokkuus:** Kohderyhmän käyttäjien on pystyttävä navigoimaan sivustolla vaivattomasti ja pystyttävä suorittamaan tehtävänsä.
- **opittavuus:** Ihmisten on kyettävä oppimaan sivustolla asiointi kohtuullisessa ajassa kohtuullisella tuella
- **joustavuus:** Sivuston rakenteen ja toiminnallisuuden on tuettava myös jokapäiväisestä poikkeavia käyttäjätarpeita.
- **palveluasenne:** Käyttäjien on saatava positiivisia kokemuksia sivuston käytöstä. Käyttäjien kuuntelu ja ymmärtäminen on avainasemassa oikean asenteen välittämisessä.

Käytettävyyttä käsitellään kirjallisuudessa useasta eri näkökulmasta ja siitä on useita eroavia määritelmiä. Esimerkiksi Travis (2003, s. 3) jakaa käytettävyyden kolmeen osaluueeseen seuraavin painoarvoin: ulkoasu 15 %, johdonmukaisuus 25 % ja toiminnallisuus 60 %. Phyo (2003, s. xxii) esittää seitsemän askeleen prosessin käyttäjakeskeisen Web-sivuston luontiin:

1. **vaatimusten ymmärtäminen:** Suunnittelutiimi opettelee ymmärtämään sekä käyttäjäryhmän että omistajaryhmän tarpeet ja odotukset sekä arvioitava käytössä oleva järjestelmä, mikäli sellainen on olemassa.
2. **käyttöskenaarioiden suunnittelu:** Suunnittelutiimi luo kohdekäyttäjäryhmää edustavan kuvauksen ja kuvittelee miten käyttäjä liikkuu sivustolla.
3. **sisällön luominen käyttäjäkeskeisesti:** Suunnittelutiimi hyödyntää käyttäjien palautetta luotaessa ja jäsenneltäessä sivuston sisältöä.
4. **sivukartan ja käyttäjän työnkulun määrittely:** Askelten 2. ja 3. perusteella suunnittelutiimi määrittelee yksityiskohtaisesti kuinka käyttäjä navigoi ja työskentelee sivustolla.
5. **sivuston ulkoasun ja layoutin määrittely:** Suunnittelutiimi luo hahmotelmat jokaisen sivun layoutista ja rakentaa testiversion sivustosta toiminnallisuuksiin.
6. **testiversion käytettävyydestin toteutus:** Suunnitteluryhmä testaa testiversion käytettävyyttä ja toiminnallisuutta ja tekee tarvittavat parannukset saadun palautteen perusteella.
7. **jatkuva testaus ja kehitys:** Sivusto otetaan käyttöön. Suunnittelutiimi jatkaa aktiivisesti sivuston kehittämistä käyttäjäpalautteen perusteella tavoitteenaan tarjota parempi käyttäjäkokemus ja vastata paremmin omistajan tarpeisiin.

## 3 LAATUNÄKÖKOHDAT

Nykyisin vallalla olevan TQM:n (Total Quality Management) eli kokonaisvaltaisen laadunhallinnan periaatteiden myötä laadusta on muodostunut hyvin laaja käsite. Esimerkiksi tuotannonkehityksen ajatellaan usein olevan osa laatutoimintaa. Myös jäljitettävyys on laadunhallinnan osa-alue. Näin ollen laatu on tärkeä teema myös tässä diplomityössä. Tässä luvussa käsitellään sekä laatua yleisesti että valittuja diplomityön kannalta oleellisia laatuun liittyviä aiheita.

### 3.1 Laadun määritelmä

Nykyisin asiakaslähtöisyyttä pidetään laatutoiminnan perustana. Leckling määrittelee kin laadun seuraavasti: ”Laatu on asiakkaiden tarpeiden täyttämistä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla tavalla.” (Leckling, 2006, s. 17) Laatu sisältää siis myös tuotannon tehokkuuden, eikä pelkkä tuotteiden virheettömyys ja kestävyys ole välttämättä tae laadusta. SFS-EN ISO 9000 standardi määrittelee laadun olevan: ”Se, missä määrin ominaisuudet täyttävät vaatimukset.” (SFS-EN ISO 9000, 2005, s. 22)

Lecklingin laadun määritelmä tarkoittaa myös sitä, että on tunnettava asiakkaat ja tarjottava sellaisia tuotteita, joita asiakkaat haluavat. Laadun kannalta on olennaista, ettei tuoteta ylilaatua tarjoamalla tuotteita, joita asiakkaat eivät tarvitse, ja joista he eivät ole valmiita maksamaan. Se ei ole kustannustehokasta. Toisaalta asiakkaiden odotusten ylittäminen voi olla laatua parhaimmillaan, koska sillä voidaan saavuttaa kilpailuetua. (Leckling, 2006, s. 19)

Laatuun liittyy monia ominaisuuksia tarkastelunäkökulmasta riippuen. Laatua voidaan tarkastella ainakin kuudesta toisiaan täydentävästä näkökulmasta, jotka kaikki kannattaa ottaa huomioon: (Leckling, 2006, s. 20)

- **Valmistuslaatu** tarkastelee Valmistusprosesseja ja sitä, valmistetaanko tuotteet määritysten mukaan. Virheet pyritään välttämään prosessia kehittämällä.
- **Tuotelaatu** korostaa suunnittelun osuutta tuotteen laadussa.
- **Arvolaatu** pitää parasta kustannus-hyötysuhdetta laadukkaimpana vaihtoehtona.
- **Kilpailulaatu** pitää laatua riittävänä, kun se on yhtä hyvä kuin kilpailijoilla. Piittää kilpailijoiden laadun ylittävää laatua ylilaatuna ja resurssien tuhlausena.
- **Asiakaslaatu:** tarkastelee asiakkaiden tarpeiden ja luotujen odotusten tyydyttämistä.



- **Ympäristölaatu:** mittaa laatua yhteiskunnan ja ympäristön kannalta. Ottaa huomioon tuotteen elinkaaren ja resurssien käytön.

### 3.2 Kokonaisvaltainen laadunhallinta

Voidaan sanoa, että TQM kattaa kaikki organisaation toiminnot kaikilla organisaation tasoilla strategisesta suunnittelusta operatiiviseen johtamiseen. TQM:n pääperiaate on koko organisaation jatkuva kehittäminen. Laadukonsepti koskee myös yrityksen sidosryhmiä, kuten toimittajat, yhteistyökumppanit ja asiakkaat. TQM-ajattelutavan mukaan lopputuotteen laatu on seurausta koko organisaation prosessien laadusta (Leckling, 2006, s. 17)

Käytännössä TQM käsittelee tuotteiden laadun sijasta prosessien laatuja. Laadukkaat prosessit tuottavat automaattisesti laadukkaita tuotteita. Hyvälle prosessille on määriteltävä vastuhenkilö, toimintatavat, tavoite sekä tavoitteen toteutumista seuraavat mittarit. (Lillrank, 1998, s. 25) Wadsworth et al. (2002, s. 91) esittävät kokonaisvaltaiselle laadunhallinnalle kolme pääperiaatetta: Asiakslähtöisyys, jatkuva parantaminen ja henkilöstön arvostaminen. Näiden periaatteiden mukainen toiminta johtaa koko laajuudeltaan tehokkaasti kehittyvään organisaatioon, jolla on yhteinen päämäärä asiakastarpeiden tyydyttämiseksi.

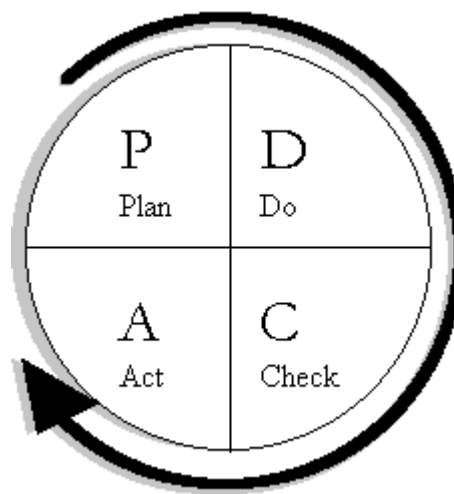
### 3.3 Jatkuva parantaminen

Toimialojen muutosnopeus on kasvanut jatkuvasti viime vuosikymmenten aikana. Pysyäkseen kannattavana yrityksen on parannettava toimintaansa jatkuvasti. On tärkeää tunnistaa kehitysmahdollisuudet mahdollisimman hyvin. Tämä on jatkuvan parantamisen perimmäinen tavoite. Jatkuva parantaminen ei ole yritykselle vain laatutyökalu, vaan filosofia ja elintapa. (Salomäki, 2003, s. 44)

Toisaalta jatkuva parantaminen ei tarkoita käytännön tason puuhastelua yksityiskohtien hiomiseksi tai pakon luomista parannuskohteiden löytämiseksi. Jatkuvan parantamisen tulisi näkyä silmät auki –asenteena ja löydettyihin kehitysmahdollisuuksiin tarttumisena koko organisaation laajuisesti. Sen pääperiaatteisiin kuuluu, että prosessien kehittäminen on kaikkien vastuulla, eikä ainoastaan laatu- tai tuotannonkehitysosastojen harteilla. (Salomäki, 2003, s. 44)

Demingin laatuympyrä kuvaa PDCA-mallin (Plan, Do, Check, Act), joka on jatkuvan parantamisen malli, joka soveltuu kaikille organisaatiotasojille, niin johtamiseen, suunnitteluun, kuin tuotannonkehitykseenkin. (Leckling, 2006, s. 49) Malli alkaa suunnittelu-vaiheesta (plan), jossa tunnistetaan ongelmat ja etsitään niille ratkaisut. Tämä vaihe

sisältää ongelmien lähteiden tunnistamisen, resurssien määrittämisen, ongelman selkeän määrittelyn, suorituskyvyn mittarien kehittämisen, ongelman tai prosessin analysoimisen sekä toimenpiteiden mahdollisten seurausten selvittämisen. Toisessa, toteutavaiheessa (do), valitaan ja toteutetaan ratkaisut. Kolmannessa, tarkasta-vaiheessa, (check), arvioidaan toteutus ja kirjataan arvioinnin tulokset talteen. Viimeisessä, korjaavaiheessa (act), tehdään tarvittavat parannustoimenpiteet edellisen vaiheen pohjalta sekä varmistetaan uusien toimintatapojen pysyvyys. Lopulta palataan takaisin ensimmäiseen vaiheeseen ja aloitetaan sykli alusta. Näin saadaan aikaan jatkuvaa parannusta. (Summers, 2005, s. 241)



Kuva 6. Demingin ympyrä (Leckling, 2006, s. 49)

### 3.4 Vakio toimintatavat

Toimintatapojen vakiointi tarkoittaa sitä, että työohjeiden avulla asetetaan tietyt vakio-toimintatavat, joiden mukaan työvaiheessa toimitaan. Tällä pyritään siihen, että kaikki työntekijät tekevät työn mahdollisimman samalla tavoin, jolloin työn jälki olisi yhtenäistä ja korkealaatuista. Näin myös poikkeamat havaitaan helpommin ja ongelmat saadaan paremmin näkyville. (Shingo, 1989, s. 145)

Toyotan filosofiaa mukaillen vakio toimintatapojen käyttö ei saa olla rasite työntekijälle, vaan niiden avulla tulisi pystyä motivoimaan työntekijöitä antamalla heille mahdollisuudet itse kehittää vakio toimintatapoja ja sitä kautta koko prosessia. Vakio toimintatapojen käyttöönotossa on tärkeää löytää tasapaino tarkkojen toimintaohjeiden ja työntekijöiden vaikutusmahdollisuuksien välillä. Toisin sanoen toimintaohjeiden tulisi olla sopivan tarkkoja, jotta niitä voidaan seurata ja hyötyä, mutta toisaalta tarpeeksi avoimia siten, että ne jättävät varaa joustavuudelle. Työntekijät tulisi osallistuttaa vakio toiminta-

tapojen kehittämiseen. Jos työntekijät laativat itse toimintatavat, he myös paljon todennäköisemmin seuraavat niitä. (Liker, 2004, s. 147)

Toimintatapojen vakiointi on jatkuvan kehityksen perusta. Mikäli toimintatapoja ei ole vakioitu, tulee uudesta edistysaskeleestakin todennäköisesti vain yksi toimintatapa muiden joukossa, jota joskus käytetään ja joskus ei. Jos toimintatavat sen sijaan ovat vakioituja, voidaan standardia päivittää, jolloin uusi edistysaskel on helpompi ottaa käyttöön järjestelmällisesti. (Liker, 2004, s. 142)

### 3.5 Muutosvastarinnan hallinta

Muutosvastarinnan käsittely on iso osa muutosten hallintaa. On hyödyksi tuntee muutostavastarinnan luonne, jotta siihen osataan suhtautua oikein. Muutosvastarinta ilmenee usein kuudessa vaiheessa: (Rampersad, 2003, s. 256)

1. **Passiivisuus:** Ihmiset saavat tiedon uusista suunnitelmista, jolloin heidän suhtautumisensa on epävarmaa ja varauksellista.
2. **Kieltäminen:** Ihmiset kieltävät parannusehdotusten hyödyllisyyden.
3. **Viha:** Suunnitelmien edetessä ihmiset suuttuvat ja ovat vihaisia.
4. **Neuvottelu:** Ihmiset pyrkivät neuvottelemaan kompromissin ja minimoimaan muutoksen laajuuden hyväksymällä muutokset osittain.
5. **Masennus:** Kun siirrytään toteutusvaiheeseen, ihmisten on pakko sopeutua muutokseen ja he saattavat masentua. Ihmisten käytös on tässä vaiheessa passiivista.
6. **Hyväksyntä:** Muutokset ovat tulleet osaksi työprosessia. Ihmiset ovat tyytyväisiä toteutettuun muutokseen.

Vaiheet on hyvä tunnistaa ajoissa, jotta niihin voidaan suhtautua oikein. 1. ja 5. vaiheissa, jolloin ihmiset ovat passiivisia, tulisi johdon ottaa ymmärtäväinen asenne ja kuunnella työntekijöiden mielipiteitä. 2., 3. ja 4. vaiheissa puolestaan on oltava jämäkämpi, jotta muutos saadaan etenemään. (Rampersad, 2003, s. 256) Muutosvastarintaisten ihmisten käyttäytymistä tulee seurata, jotta tunnistetaan, missä vaiheessa he ovat. Ihmisiä tulisi aktiivisesti yrittää siirtää seuraavaan vaiheeseen. Ne ihmiset, jotka ovat muutoksen kannalla, ovat suureksi avuksi muutoksen läpiviennissä, ja heidät kannattaa pitää muutospöytäalustissa alusta loppuun saakka. (Rampersad, 2003, s. 256)

### 3.6 Jäljitettävyys

Laatustandardi SFS-EN ISO 9000 määrittelee jäljitettävyyden seuraavasti: ”Mahdollisuus selvittää tarkasteltavan kohteen aikaisemmat vaiheet, käyttökohde tai sijainti”. (SFS-EN ISO 9000, 2005, s. 34)

Jäljitettävyys on kiinteästi sidoksissa laatuun. Se on keskeisessä asemassa laatupoikkeamien syiden selvittämisessä. Jäljitettävyys voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: tuoteprosessin jäljitettävyyteen ja asiakasprosessin jäljitettävyyteen. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 117) Tuoteprosessin jäljitettävyys liittyy tuotteen suunnitteluun ja markkinoille saattamiseen. Tässä työssä olemme kuitenkin kiinnostuneita lähinnä asiakasprosessin jäljitettävyydestä, joka liittyy asiakkaille toimitettavien tuotteiden jäljittämiseen. Asiakasprosessin jäljitettävyys on rinnakkainen termi tuotteen jäljitettävyydelle, jota tässä työssä käytetään.

Laatustandardi SFS-EN ISO 9000 jakaa tuotteen jäljitettävyyden kolmeen osa-alueeseen: (SFS-EN ISO 9000, 2005, s.34)

- materiaalin ja osien alkuperä
- käsittelyvaiheiden selvittäminen
- tuotteen jakelureitin ja sijainnin selvittäminen toimituksen jälkeen.

Tuotteen jäljitettävyyden merkitys on noussut lisääntyneen tuotevastuun myötä. Hyvin toteutettu jäljittäminen helpottaa laadun ja riskien kokonaisvaltaista hallintaa, kun toimitettujen laitteiden ongelmiin pystytään vastaamaan nopeammin ja tarkemmin. Tämä säästää laatuksukustannuksissa. Mahdollisessa takaisinvetotilanteessa kustannussäästöt voivat olla valtavat, jos voidaan haarukoida takaisinkutsuttavaksi ainoastaan ne laitteet, joissa virheellisen erän osia on käytetty verrattuna siihen, että kutsuttaisiin takaisin kaikki tietyllä aikavälillä valmistetut laitteet. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 118)

Jälkimarkkinoinnin on myös helpompi tarjota toimituksenjälkeisiä lisäarvopalveluita asiakkaille, kun asiakasprosessin jäljitettävyys on kunnossa. Mitä enemmän panostetaan toimituksen jälkeiseen markkinointiin, sitä tärkeämpää on tuntea asiakkaille toimitettu laitekanta, jotta voidaan tarjota mahdollisimman hyviä huolto- ja ylläpitopalveluita koko laitteen elinkaaren ajan. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 119) Joissain tilanteissa laki tai tehdyt sopimukset velvoittavat keräämään jäljitettävyystietoja tietyllä tarkkuudella esimerkiksi takuuasioita varten. Joskus tuotteen mukana on lähetettävä laadun takeeksi dokumentteja, kuten testituloksia, mittausarvoja ja materiaalisertifikaatteja. (Cheng, 1994, s. 14)

Jäljitettävyystoiminnot eivät ole arvoa lisääviä toimintoja. Päinvastoin, ne maksavat, ja kustannuksia on punnittava hyötyyn nähden. Jäljitettävyystietoa voidaan kerätä liikaa,

jolloin resurssien tuhlauksen lisäksi myös olennaisen tiedon löytäminen ja tunnistaminen vaikeutuu. (Cheng, 1994, s. 14)

## **II KÄYTÄNNÖN OSA**

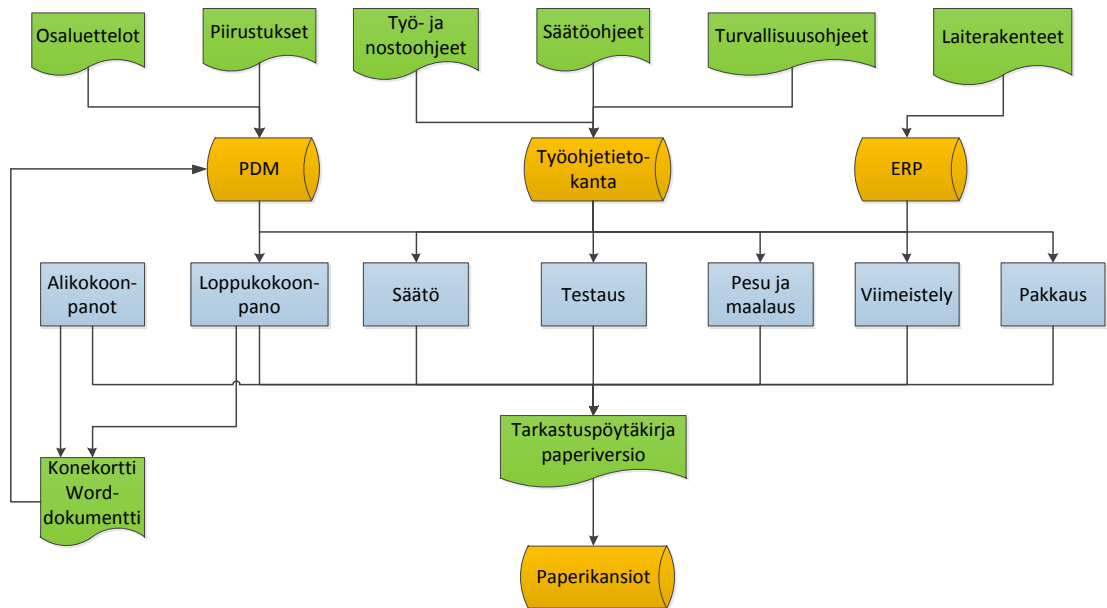
## 4 DOKUMENTOINNIN NYKYTILA

Kuten kaikissa kehitysprojekteissa, on myös tässä tunnettava nykytila ennen kuin toimintatapoja voidaan kehittää. Tässä luvussa kuvataan valmistuksessa käytettävät dokumentit ja niiden käyttökanavat. Tämän lisäksi tarkastellaan dokumentointiin liittyviä työntekijöiden tarpeita ja järjestelmien käyttöä käytännössä. Seuraavassa luvussa esitän nykytilan heikkouksiin vastaavia toteutettuja, suunniteltuja ja ehdotettuja toimenpiteitä.

Huomion arvoista on, että työn tavoitteen asettelussa keskityttiin dokumentaation kehittämiseen nimenomaan kokoonpanossa. Monet kokoonpanossa käytettävät dokumentit ja tietojärjestelmät ovat kuitenkin oleellisia myös kokoonpanon jälkeisissä työpisteissä, joten työssä otetaan näiltä osin kantaa koko valmistusketjun näkökulmasta alikokoonpanoista aina pakkaamoon asti. Toisaalta esimerkiksi PDM- ja ERP-järjestelmät ovat tärkeitä työkaluja tuotannon ulkopuolisissakin toiminnoissa. Tässä työssä keskitytään näiden järjestelmien hyödyntämiseen nimenomaan kuvassa 7 kuvatussa valmistusketjussa.

### 4.1 Prosessikaavio dokumentoinnin nykytilasta

Kuvassa 7 on esitetty diplomityöntekijän laatima prosessikaavio valmistuksen informaatiovirroista. Siniset laatikot kuvaavat tuotteen kulkeutumista valmistusprosessin eri vaiheissa. Vihreät laatikot kuvaavat työssä hyödynnettäviä tai työssä tuotettavia dokumentteja. Oranssit laatikot kuvaavat tietokantoja ja -järjestelmiä, joissa informaatiota säilytetään. Jokaisessa prosessikaavion kuvaamassa työvaiheessa on käytössä tietokoneet, joten kaikilta työpisteiltä on pääsy tietojärjestelmiin. Osa tietokoneista on melko vanhoja, ja niiden uusiminen voisi parantaa käytettävyyttä. Tämä asia on kuitenkin helppo hoitaa tarvittaessa, eikä sitä käsitellä tässä työssä sen tarkemmin.



Kuva 7. Informaation kulun nykytila valmistuksessa

Tuotetiedonhallintajärjestelmä ja työohjetietokanta ovat saatavilla omien linkkiketjujen takaa intranetin kautta. Toiminnanohjausjärjestelmä on oma työpöydältä avattava ohjelmansa.

## 4.2 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmällä on tietysti lukuisia käyttötarkoituksia läpi organisaation. Tässä työssä keskitytään kuitenkin toiminnanohjausjärjestelmään ainoastaan kokoonpanon näkökulmasta. Työntekijät käyttävät toiminnanohjausjärjestelmää lähinnä laiterakenteiden hakemiseen. Usealla asemalla haetaan rakenne kerran laitetta kohden. Työntekijät kokoonpanevat laitteen rakenteen perusteella. Rakenne toimii siis työlistana ja – ohjeena työntekijöille. Lisäksi materiaalipuutteiden esiintyessä työntekijät tarkastavat usein osien saldoja rakenteelta tietääkseen kannattaako osaa lähteä etsimään itse varastosta. Tämä on yleistä, mutta ei päivittäistä. Se, että työntekijät ylipäättään etsivät itse osia varastosta on selvä merkki ongelmista muilla toiminnan osa-alueilla. Nämä ongelmat eivät kuitenkaan sisälly tämän työn aihealueeseen.

Joka tapauksessa voidaan sanoa, että toiminnanohjausjärjestelmän käyttö kokoonpanotyössä on sekä vähäistä että rutiininomaista. Näin ollen sen käytön kehittämisen ei voida katsoa olevan korkealla tärkeysjärjestyksessä. Toisaalta kannattaa pohtia, voidaanko näistä käyttötarpeista selvittää siten, ettei toiminnanohjausjärjestelmää tarvitsisi avata lainkaan kokoonpanopisteellä. Toiminnanohjausjärjestelmä on käytettävissä myös selaimen kautta. Selaimessa käytössä olevat toiminnot ovat kuitenkin rajalliset. Nykytilassa työntekijät eivät käytä selainversiota vaan itse ohjelmaa, eikä tärkeimpiä työntekijöi-



den tarvitsemia ominaisuuksia ole selaimessa tällä hetkellä. Selaimen vahvuus on kuitenkin siinä, että sen käyttö muiden selaimessa käytettävien järjestelmien kanssa on mahdollista yhtenäistää paremmin kuin usean erillisen ohjelman käyttö. Mikäli selain-versio otetaan työntekijöiden käyttöön lisäämällä sinne ominaisuuksia, on tärkeää, että kaikki jokapäiväisessä työssä tarvittavat ominaisuudet lisätään. Näin työntekijät eivät joudu käyttämään sekä selainversiota että ohjelmaversiota päällekkäin.

### 4.3 Tuotetiedonhallintajärjestelmä

Dokumentaation kannalta PDM-järjestelmä on oleellisessa osassa piirustusten ja osaluetteloiden sekä suunnittelun muutostenhallinnan osalta. Piirustusten ja osaluetteloiden etsiminen on nykyisellä PDM-järjestelmällä hankalaa etenkin sellaisille työntekijöille, jotka eivät ole järjestelmän kanssa tekemisissä paljoa. Mikäli etsittävän osan luvun 2.3.1 mukaista tunnistetta, jota Sandvikin Tampereen tehtaalla ja siten myös tässä työssä kutsutaan yleisesti ID-koodiksi, ei ole saatavilla, on hakeminen rakenteen kautta haastavaa.

Sandvik Constructionilla on tätä työtä tehtäessä käynnissä myös massiivinen hanke uuden TeamCenter–tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottamiseksi koko organisaation laajuisesti. Uuden PDM-järjestelmän odotetaan tuovan helpotusta sekä piirustusten ja osaluetteloiden etsimiseen että muutostenhallintaan liittyvään tiedottamiseen. Uuden PDM-järjestelmän käyttöönottoprojekti vaikuttaa kuitenkin tähän diplomityöhön siten, ettei tarkempi nykytilan analysointi vanhan PDM-järjestelmän osalta ole tarkoituksenmukaista.

### 4.4 Ohjedokumentit ja ohjetietokanta

Valmistuksessa hyödynnetään useanlaisia ohjedokumentteja: turvallisuusohjeita, nosto-ohjeita, työohjeita ja säätöohjeita. Tässä työssä termillä ohjedokumentti viitataan kaikkiin näihin ohjeisiin. Kaikilla ohjedokumenteilla on yhteistä se, että ne sisältävät informaatiota siitä, kuinka tietyissä tilanteissa tulisi toimia. Jotkut ohjeista, kuten monet turvallisuusohjeet ovat yleisiä koko ajan voimassa olevia ohjeita, kun taas toiset ohjeet, kuten jotkin työohjeet, ovat vain tietyn laitemallin tiettyyn työvaiheeseen soveltuvia ohjeita.

Lähtötilanteessa Sandvik Constructionin pintalaitepuolen ohjedokumenteille on olemassa Notes-pohjainen tietokanta, jossa olemassa olevien ohjeiden tulisi olla. Käytännössä kaikki ohjeet eivät kuitenkaan ole tietokannassa. Esimerkiksi osa työ- ja säätöohjeista on kokoonpanopisteillä ainoastaan paperimuodossa. (Parviainen, 2012) Näin käy usein tiettyyn tilanteeseen tai tietyn laitemallin tiettyyn työvaiheeseen suunnatuille ohjeelle. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kyseiset paperit eivät pysy käytössä kovin pitkään,

vaan hukkuvat nopeasti ja jäävät korvaamatta. Nämä ohjeet jäävät pahimmassa tapauksessa käyttämättömiksi ohjeen luojaan kiintolevylle.

Sandvik Constructionilla on kuitenkin intranetissä selainpohjainen työohjetietokanta, jossa on saatavilla yhteensä noin 50 pintalaitepuolen valmistukseen liittyvää työ-, säätö-, nosto- ja turvallisuusohjetta. Suuri osa näistä ohjeista on yleisiä kaikille laitemalleille ja kaikille työpisteille soveltuvia ohjeita, kuten *Ruuvien ja mutterien kiristysmomentit* tai *Henkilökohtaiset suojavaarusteet Tampereen tehtaalla*.

Tämän työn aikana tietokanta on otettu käyttöön myös sopimusvalmistajilla rajatuin oikeuksin VPN-yhteyden kautta. Jokaiselle tietokannassa olevalle ohjeelle määritellään käyttäjäoikeudet erikseen. Näin sopimusvalmistajat saavat käyttöönsä ainoastaan heitä koskevat ohjeet. Tämä on eduksi Sandvikille tietoturvasyistä, mutta myös käyttäjille itselleen, kun turhia ohjeita ei ole vaikeuttamassa tarpeellisten ohjeiden löytämistä tietokannasta. Samalla tarkistettiin myös tietokannan kansiorakennetta. Tämän tarkistamisen seurauksena rakenne pysyi kuitenkin lähes ennallaan pääideana se, että työohjeet järjestellään kahteen eri rakenteeseen: vastuualueittain ja aihealueittain.

Tietokanta on ollut saatavilla myös Sandvikin Tampereen tehtaan pintalaitepuolen valmistuksessa. Käytännössä työntekijät eivät kuitenkaan ole juurikaan käyttäneet tietokantaa, vaan se on ollut enemmänkin toimihenkilöiden käytössä, muuan muassa suunnittelussa. Työssä keskitytään tietokantaan kuitenkin vain tuotannon näkökulmasta. Asentajien kannalta tietokannan käytettävyyden ongelmana on sen kansiorakenteen järjestely sopivaksi eri käyttäjäryhmille ja eri käyttötarkoituksiin. Nykytilanteessa asentajien kannalta olennaiset ohjeet on *vastuualueittain* näytetyllä kansiorakenteella järjestelty käytännössä laitemallikohtaisesti. Laitemallikohtaisten kansioiden lisäksi on suuri joukko olennaisia turvallisuuteen liittyviä ohjeita eri polun takana omassa kansiossaan sekä paljon yleisiä ohjeita toisen polun takana *yleiset*-kansiossa. Näin ollen jokaisessa työvaiheessa olennaisia ohjeita on tietokannassa ainakin kolmen eri polun takana. *Vastuualueittain* järjestetystä kansiorakenteesta asentaja voi löytää laitemallikohtaiset ohjeet, mutta ei luultavasti eksy turvallisuusohjeisiin tai yleisiin ohjeisiin, ellei hän etsi jotain tiettyä ohjetta ja tiedä sen olin paikkaa ennalta. Toisaalta kansiorakenne voidaan näyttää myös *aihealueittain*, jolloin etsiminen on yleensä vielä hankalampaa, koska kansioita on paljon, eikä ole yksiselitteistä, mistä kansioista haettu ohje löytyy. Kummallakin tavalla järjestelty rakenne on huono tilanteessa, jossa ei tiedetä mitä etsitään. Ideaalitalanne olisi se, että asentajalle näkyisi automaattisesti kerralla kaikki ne ohjeet, jotka ovat olennaisia sekä hänen työtehtävien että työn alla olevan laitteen kannalta.

## 4.5 Konekortti

Konekortti on yksilöllisen laitteen jäljitettävyyssdokumentti sekä jälkimarkkinoinnin että asiakkaan itsensä käyttöön. Konekortin pääkäyttötarkoitus on helpottaa myytyjen laitteiden seuranta. Lifetime Support –osasto tukeutuu konekortteihin komponentteja jälkeenpäin jäljitettäessä. Esimerkiksi mahdolliset takaisinkutsut voidaan lähettää oikeille asiakkaille konekortteihin merkittyjen sarjanumeroiden perusteella. Konekortin perusteella asiakkaat voivat tilata oikeat varaosat rikkoutuneiden ja kuluneiden osien tilalle. (Aalto, 2012) Konekortti välittää asiakkaalle myös yksittäisiin osiin liittymätöntä tietoa, kuten laitteen painon sekä laitteessa käytettyjen öljyjen, jäähdytysnesteiden ja muiden nesteiden tyypit.

Jokaisesta Sandvik Constructionin pintalaittepuolella valmistettavasta laitteesta luodaan konekortti, johon kerätään kaikki laitteen tärkeimmät tiedot. Laitteen konekorttiin merkitään nimikkeet, jotka on määritelty jäljitettävyyden piiriin. Näille nimikkeille kirjataan ylös luvun 2.3.1 mukainen talon sisäinen tunnistus eli ID-koodi. Käytännössä kaikilla käytössä olevilla osilla on oma ID-koodinsa. Tämän lisäksi joistain nimikkeistä kerätään ylös myös osaan merkitty sarjanumero, joka yleensä sisältää tietoa osan valmistuserästä, -ajasta ja niin edelleen. Konekorttiin kerätään myös joitain muita tietoja, kuten käytetyt öljyt ja muut nesteet sekä laitteen paino. Laitteen valmistuttua laadunohjaajat arkistivat konekortin PDM-järjestelmään.

Ulkoinen toimittaja on vastuussa Sandvik Construction Oy:n teknisestä dokumentaatiosta. Tämä tarkoittaa sitä, että kyseisellä toimittajalla on pääsy Sandvik Constructionin PDM-järjestelmään, josta se kopioi konekortin ja lähettää sen edelleen asiakkaalle rakenteen perusteella luodun Toolman-varaosakirjan yhteydessä. Diplomityö käsittelee dokumentaation kehittämistä nimenomaan valmistuksessa, eikä ota tämän syvällisemmin kantaa toimittajan osuuteen toimitusketjussa.

### 4.5.1 Jäljitettävät osat

Sandvik Constructionin pintapuolen laitteiden konekortilla ei ole tähän mennessä ollut omistajaa, joka huolehtisi konekortin ajantasaisuudesta. Ei myöskään ole olemassa mitään määrittelyä siitä, mitkä osat kuuluvat jäljitettävyyden piiriin. Koko konekorttiprosessi on muotoutunut nykyisenlaiseksi vuosien saatossa. Käytännössä konekortin sisältö perustuu aina edellisten konekorttien sisältöön ja laadunohjaajien hiljaiseen tietoon. Eri osastojen pyynnöt jäljitettävyyden laajentamisesta ovat lisänneet uusia nimikkeitä konekorttiin. Jäljitettävyyden piiriin on lisätty osia myös reaktiivisesti siten, että kun ongelmia on tietyissä osissa ilmennyt, on ne lisätty konekorttiin jälkikäteen tulevaisuuden varalta.

Jossain määrin Lifetime Support –osasto, joka on myös konekortin tärkein käyttäjä, on kuitenkin ottanut vastuuta konekortista ja tarkistanut sen sisältöä epätasaisin väliajoin. Ei voida siis sanoa, että konekorttiprosessi olisi tältä osin täysin tuuliajolla. Prosessin vakiinnuttamiselle ja pelisääntöjen luomiselle on kuitenkin tarvetta.

#### **4.5.2 Konekortin täyttö**

Nykytilassa laadunohjaajat luovat konekortin manuaalisesti laiterakenteeseen pohjautuen. Laiterakenne puolestaan luodaan myyntitilauksen perusteella. Rakenteesta saadaan selville kaikki laitteessa käytettävät osat luvussa 2.3.2 esitettyyn tapaan. Laadunohjaajat kirjaavat rakenteelta jäljitettäviksi valitut komponentit ja niiden ID-koodit valmiiseen tekstidokumenttipohjaan. Tämän jälkeen laadunohjaajat täyttävät konekortin kopioimalla työntekijöiden oletetusti täyttämästä paperisesta tarkastuspöytäkirjasta tarvittavat osien sarjanumerot.

Käytännössä työntekijät jättävät kuitenkin usein sarjanumerot kirjaamatta tarkastuspöytäkirjaan joko tietämättömyyttään tai välinpitämättömyyttään. Laadunohjaajat ovat hyväksyneet tilanteen ja keräävät suuren osan sarjanumeroista menemällä itse fyysisesti laitteen luokse ja ottamalla itse sarjanumerot ylös. Yhteisistä pelisäännöistä ei ole tässä asiassa sovittu, tai sopimukset ovat unohtuneet. Eri ihmisillä on eri käsityksiä siitä, kenen tehtävä sarjanumeroiden kerääminen on. Uuden sähköisen konekortin käyttöönotto antaa samalla hyvän tilaisuuden sopia pelisäännöt kuntoon ja luoda selkeät prosessit sarjanumeroiden keräämiselle, koska toimintatavat muuttuvat uuden sähköisen konekortin myötä joka tapauksessa.

Osa sarjanumeroista otetaan ylös jo toimittajalla ja lähetetään sähköpostilla laadunohjaajille, jotka kirjaavat ne edelleen konekorttiin. Tämä toimintatapa alihankkijoiden ja laadunohjaajien välillä on toiminut hyvin. Mukana on kuitenkin arvoa lisäämätöntä turhaa työtä, kun useat henkilöt joutuvat kirjaamaan samoja sarjanumeroita. Ideaalitilanteessa tieto kerätään suoraan sen syntypaikalla, eikä muiden tarvitse jalostaa sitä jälkeenpäin, kuten luvussa 2.1.4 on esitetty.

#### **4.5.3 Tiedon hakeminen konekortista**

Konekortin päätarkoitus on varastoida laitetietoa luotettavasti. Hakutoiminnot ovat siis käyttäjän kannalta konekortin tärkein ominaisuus. Hakutilanteessa kyse on usein turvallisuudesta, kun jossain erässä tiettyjä osia on jälkeenpäin havaittu vaikkapa syttymisvaara tai muu vaarallinen vika. Näin ollen on erittäin tärkeää, että konekorttien hakutoimintojen tuloksiin voidaan luottaa. On pystyttävä olemaan täysin varma, että tehty haku löytää kaikki etsityt komponentit, muuten haku ei ole käyttökelpoinen.

Tämä tarkoittaa siis myös sitä, että konekortti on täytettävä yhdenmukaisesti. Esimerkiksi nykyisissä konekorteissa kahdeksannumeroiset sarjanumerot täytetään kahdella välilyönnillä muodossa *123 456 78*. Mikäli joku täyttää sarjanumerot vahingossa tai tietämättömyyttään jossain eri muodossa, eivät käytössä olevat hakutoiminnot löydä kyseisiä sarjanumeroita.

Tiedon etsimisen kankeus on yksi konekorttiprosessin suurimmista ongelmista. (Aalto, 2012) Konekortteja säilytetään PDM-järjestelmässä yksittäisten laitteiden alla tekstidokumentteina. Tämän lisäksi konekortit ovat samassa muodossa verkkolevyllä. Jäljitettävyystietoja etsittäessä on turvauduttava joko Microsoft Wordin omaan hakutoimintoon tai Windowsin hakutoimintoon. Windowsin hakutoiminnolla on se vahvuus, että sillä pystytään etsimään useasta dokumentista samaan aikaan käyttämällä hakua, joka etsii tiettyä merkkijonoa dokumenttien sisältä. Kumpikaan haku ei kuitenkaan taivu tätä monipuolisempaan käyttöön. Ongelmissa ollaan viimeistään siinä vaiheessa, kun täytyy etsiä tietyllä aikavälillä valmistetut komponentit etsimällä sarjanumeroita joltain tietyltä väliltä. Tällöin täytyy pahimmassa tapauksessa käydä kaikki konekortit erikseen läpi ja manuaalisesti tarkastaa osuuko sarjanumero tälle aikavälille.

Tiivistetysti voidaan sanoa, että konekortin käytettävyys on heikolla tasolla. Tekstidokumenttien käytön mahdollistamat hakutoiminnot ovat auttamatta riittämättömät. Tämä on ongelma, jonka korjaaminen johtaa merkittäviin säästöihin säästetyn työmäärän kautta.

## 4.6 Tarkastuspöytäkirja

Tarkastuspöytäkirjalla on kaksi päätarkoitusta. Ensimmäinen tarkoitus on toimia muistilistana työntekijöille sekä kokoonpanossa, säädössä että muissakin työvaiheissa ja tällä tavoin varmistaa, että tarvittavat työt tulee tehtyä. Toinen tarkoitus on kerätyn tiedon hyödyntäminen. Tämä sisältää konekorttiin edelleen kirjattavat sarjanumerot sekä laitteesta mitattavat eri arvot, kuten testauksessa mitattavat painearvot useasta komponenteista.

### 4.6.1 Tarkastuspöytäkirjan käyttö

Loppukokoonpanossa tarkastuspöytäkirjan alkuperäinen päätarkoitus on ollut toimia muistilistana asentajille. Sarjanumeroiden kerääminen asennetuista komponenteista palvelee kahta tarkoitusta. Sillä varmistetaan, että kyseiset komponentit ylipäätään asennetaan, kun tarkastuspöytäkirja toimii muistilistana, ja täyttämättömät kohdat pistävät silmään. Toisaalta sarjanumerot hyödynnetään myöhemmin konekortissa. Nykyään käytännössä pöytäkirjan hyödyntäminen muistilistana on kuitenkin vähäistä, koska suuri osa asentajista ei edes täytä sitä kaikilta osin. Voidaan todeta, että tarkastuspöytäkirjaa

ei käytetä tarkoituksenmukaisesti loppukokoonpanossa. Tarkastuspöytäkirjan täyttämiskäytännöt on ehdottomasti määriteltävä ja toteutettava paremmin loppukokoonpanon osalta.

Todettakoon tässä vaiheessa, että laitteelle tehdään sähkö tarkastus loppukokoonpanon päätteeksi ennen laitteen siirtymistä säätöön. Sähkö tarkastuksessa, säädössä, testauksessa, maalauksessa ja pakkaamossa tarkastuspöytäkirja toimii tärkeänä muistilistana työntekijöille. Etenkin säädössä ja testauksessa on niin paljon säätö- ja testauskohteita, että ilman muistilistaa työntekijän olisi hyvin vaikea muistaa laitteen kaikki testattavaksi määritellyt osat ja toiminnot. Tarkastuspöytäkirjaan testaaja voi fyysisesti merkitä ruksin jokaisen testatun osan ja toiminnon kohdalle. Se, että pöytäkirja on paperimuodossa, mahdollistaa tarkastuspöytäkirjan helpon ja reaaliaikaisen täyttämisen, kun paperi voi kokoajan olla lähettyvillä riippumatta siitä, työskennelläänkö koneen edessä, takana, sivulla vai päällä. Joka tapauksessa voidaan todeta, että loppukokoonpanon jälkeisissä prosesseissa tarkastuspöytäkirja toimii tarkoituksenmukaisesti tärkeänä työkaluna työntekijöille.

#### **4.6.2 Tarkastuspöytäkirjan elinkaari**

Jokaisen laitteen mukana kulkee oma paperinen tarkastuspöytäkirja. Varsinaisen tarkastuspöytäkirjan matka alkaa loppukokoonpanosta, josta se siirtyy ohjaamossa laitteen mukana säädön, testauksen, maalauksen ja viimeistelyn kautta pakkaamoon. Pöytäkirjaan täytetään omat merkinnät jokaisesta yllä mainitusta prosessista. Kun laite on pakattu, laadunohjaajat hakevat tarkastuspöytäkirjan ja tarkistavat, että se on oikein täytetty, ja että mahdolliset viat laitteessa on korjattu. Laadunohjaajilta pöytäkirja kulkeutuu laatuinsinööreille, jotka laittavat sen kansioon ja pitävät työpisteen lähettyvillä noin vuoden, kunnes kansiot arkistoidaan kauemmas työpisteeltä. (Parviainen, 2012) Tarkastuspöytäkirjoja ei siis muuteta sähköiseen muotoon missään vaiheessa.

Varsinaisen loppukokoonpanon tarkastuspöytäkirjan lisäksi joissain alikokoonpanoissa käytetään omia tarkastuspöytäkirjoja, jotka kulkeutuvat alikokoonpanojen mukana loppukokoonpanoon ja yhdistyvät loppukokoonpanon pöytäkirjaan. (Parviainen, 2012) Näistä alikokoonpanojen tarkastuspöytäkirjoista lähetetään lisäksi kopiot sähköpostilla suoraan Tampereen tehtaan laadunohjaajille, jotka näkevät heti, jos alikokoonpanossa on ilmennyt vikoja tai muita ongelmia. Laadunohjaajat myös kopioivat jäljitettävien osien sarjanumerot sähköpostista laitteen konekorttiin osana konekorttiprosessia.

#### **4.7 Laatupuutteiden käsittely**

Tampereen tehtaalla havaitut laatupuutteet ilmoitetaan eri menetelmillä kuin sopimusvalmistajilla havaitut puutteet. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että laatupuutteita

käsittelevät ihmiset ovat töissä Tampereella, ja vuorovaikutus Tampereen kokoonpanon kanssa on näin ollen helpompaa. Tässä luvussa käsitellään sekä Tampereen tehtaan että sopimusvalmistajien laatupuutteiden ilmoitusmenetelmät.

Laatupuutetietoja voidaan seurata laatupuutetietokannan tai reklamaatiotietokannan perusteella. Kummassakin on kuitenkin omat heikkoutensa, jotka selitetään tässä luvussa. Voidaan todeta, että nykyiset tietokannat eivät tarjoa hyviä lähtökohtia havaittujen vikojen seurantaan tai niiden perusteella tehtävään laadun arviointiin ja analysointiin. Tällä osa-alueella parantamisen varaa on rutkasti. Toisaalta informaation analysointi vaatii luotettavan informaation lisäksi myös resursseja, joita ei ainakaan nykytilassa ole saatavilla. Näin ollen on arvioitava järjestelmien ja prosessien kehittämisestä saatavia hyötyjä suhteessa siitä koituviin lisäkustannuksiin sekä kehityksessä että ylläpidossa ja käytössä.

#### **4.7.1 Laatupuutteiden ilmoittaminen Tampereen kokoonpanossa**

Tampereen tehtaan kokoonpanossa työntekijät ilmoittavat osissa havaituista laatupuutteista suullisesti laadunohjaajille tai laatuinsinööreille, jotka hoitavat reklamaatiot eteenpäin. Reklamaatioissa työnjako menee karkeasti niin, että laadunohjaajat hoitavat rutiinitapaukset, ja laatuinsinöörit hoitavat epäselvät ja hankalammat tapaukset. (Vähätalo, 2012) Tämä toimintatapa sopii hyvin Tampereen tehtaan pintalaitepuolen loppukokoonpanon kannalta. Kun laatupuutteet ja muut ongelmat käydään läpi kasvokkain, pienenee väärin ymmärtämisen mahdollisuus verrattuna sähköpostin tai muun sähköisen viestinnän käyttämiseen tiedon välityksessä. Ongelmat voidaan määritellä, priorisoida ja ratkaista nopeasti.

#### **4.7.2 Laatupuutteiden ilmoittaminen sopimusvalmistajilla**

Sandvik Constructionin pintalaitepuolella on käytössä luvun 2.3.4 mukaiseen Lotus Notes dokumenttien hallintajärjestelmään pohjautuva laatupuutetietokanta, jonka kautta sopimusvalmistajat lähettävät selaimessa olevan lomakkeen kautta sähköisiä laatupuutteilmoituksia Tampereen tehtaan laatuinsinööreille, jotka tekevät niistä reklamaatiot oman harkintansa mukaan. Ilmoitusten tulee olla niin tarkkoja ja kattavia, että laatuinsinööri pystyy tekemään reklamaatiot yksistään niiden perusteella. Ilmoitusten oikeellinen täyttö kehittyy tekemisen ja palautteen saamisen avulla, ja onkin parantunut selvästi viime kuukausina. Ilmoitusten käsittelyyn on kuitenkin rajalliset resurssit. Tämä yhdistettynä alla mainittaviin puutteisiin vie pohjaa koko ilmoituskäytännöstä.

Laatupuuteilmoituslomake jättää paljon mahdollisuuksia keskenään erilaisten ilmoitusten tekemiseen. Ilmoituksessa valitaan laatupuutteelle kategoria pudotusvalikosta, kategorioita on kuitenkin melko vähän eivätkä ne useinkaan tarjoa yksiselitteisesti oikeaa

vaihtoehtoa yksittäiselle laatupuuttele. Näistä syistä laatupuutetietokantaan keräytyvän informaation hyödyntäminen on hankalaa, kun eri logiikalla täytettyjen ilmoitusten vertailu keskenään on mahdotonta. Haku, jossa halutaan tietyn tyyppiset laatupuutteet esiin, ei useinkaan löydä haluttuja puutteita eikä näin ollen anna oikeaa kuvaa laatupuutteiden määrästä.

Itse laatupuutetietokanta on myös käytettävyydeltään ja toiminnoiltaan yksinkertainen. Yksi isoimmista puutteista tietokannassa on se, että sinne lähetetyille laatupuuteilmoituksille ei muodostu omaa koodia, jolla sitä voisi etsiä tai siihen voitaisi viitata. (Vähätalo, 2012) Näin ollen laatuinsinöörin on vaikeaa käydä tarkentavaa keskustelua yksittäisestä ilmoituksesta ilmoituksen jättäjän kanssa. Lisäksi tämä keskustelu käydään järjestelmän ulkopuolella, jolloin oleellista ilmoitukseen liittyvää tietoa, kuten tarkennuksia ongelmaan tai ratkaisutoimenpiteitä ei tallennu järjestelmään. Tästä syystä laatupuutetietokannassa oleva tieto on epätäydellistä ja joskus jopa väärää, kun ei voida tietää ilmoituksen jälkeen käytyjä keskusteluja ja toimenpiteitä.

#### **4.7.3 Reklamaatiot**

Tehdyt reklamaatiot tallentuvat dokumenttien hallintajärjestelmä Lotus Notesin tietokantaan, josta niitä käytetään pohjana tuleville samantyyppisille reklamaatioille. Reklamaatioprosessissa sovitaan toimittajan kanssa, miten viat korjataan. Usein esimerkiksi sovitaan, että vialliset osat lähetetään takaisin toimittajalle, joka korjaa ne ja lähettää takaisin. Reklamaatiota tehtäessä tiedossa oleva viallisten osien määrä kirjataan tietokantaan. Joskus viallisia osia ilmenee kuitenkin lisää jälkeensä, jolloin niistä ei yleensä tehdä uutta erillistä reklamaatiota, vaan ne hoidetaan automaattisesti samalla tavoin kuin aiemmatkin osat. (Vähätalo, 2012) Tässä tapauksessa ne eivät kirjaudu reklamaatiotietokantaan. Lisäksi monet havaitut viat katsotaan yksittäistapauksiksi ja arvoltaan niin vähäisiksi, ettei reklamaation tekemistä nähdä järkeväksi. Myöskään näistä lukuisista pienistä vioista ei jää merkintää järjestelmiin.

Reklamaatioiden tekemiseen on lisätty viimeaikoina resursseja, mutta reklamaatiot vievät silti tekijöiltään paljon työaika. Joskus reklamaatioita jää tästä syystä kokonaan tekemättä, mikä suorien kustannusten lisäksi aiheuttaa myös sen, että reklamaatiotietokanta ei sisällä merkintää kaikista reklamaatiota vaativista vioista. Tämä yhdistettynä yllä olevassa kappaleessa mainittuun ongelmaan reklamoitujen osien määrien merkitsemisessä tekee reklamaatiotietokannasta puutteellisen tiedonhakumielessä. Tietokanta ei ole luotettava lähde laadun mittaamisessa, koska se ei sisällä kaikkia vikoja.



## 4.8 Muutostenhallinta sopimusvalmistajilla

Suunnitteludokumenttien muutostenhallinta on alkuperäisessä tavoitteen asettelussakin mainittu haaste. Lähtötilanteessa piirustusten ja osaluetteloiden päivittyessä suunnittelun tulee lähettää muuttuneesta nimikkeestä vastuussa olevalle ostajalle muutostiedote. Tällöin on puolestaan ostajan vastuulla lähettää uudet piirustukset ja osaluettelot sopimusvalmistajille. Tässä toimintamallissa on kaksi manuaalisesti tehtävää tietolähetystä. Ihmellisiä virheitä tapahtuu, eikä tieto siten aina kulkeudu sopimusvalmistajille asti.

Lisäksi Tampereen tehtaan laadunohjaajat kokoavat tarpeen mukaan sopimusvalmistajille lähetettäviä kansioita, jotka sisältävät sillä hetkellä oleelliset ajan tasalla olevat piirustukset ja osaluettelot. Nämä kansiot toimivat pohjana, johon päivittyneet ostajien lähettämät piirustukset ja osaluettelot lisätään. Valmiita kansioita tekemällä ja lähettämällä varmistetaan, että dokumentit ovat ainakin vähän aikaa ajan tasalla, eikä vanhoja dokumentteja jää roikkumaan vuosikausiksi. Yleensä uudet kansiot tehdään, jos toimitaja aloittaa uuden kokoonpanon valmistuksen, tai mikäli huomataan, että käytössä on vanhoja piirustuksia. Mitään tiettyä aikaväliä kansioiden tekemisessä ei noudateta. (Parviainen, 2012) Näin ollen kansiot tehdään useimmiten reaktiivisesti, kun vanhoista piirustuksista johtuvia virheitä ilmenee.

Huono muutostenhallinta näkyy erityisesti teräsosissa, jotka eivät ole niin sanottuja os-to-osia, vaan suunnitellaan Sandvikilla. Viikoittain ilmenee virhetilanteita, joissa osia on tehty vanhoilla revisioilla. (Vähätalo, 2012) Näitä ei tietenkään voida reklamoida, vaan kustannukset tulevat suoraan Sandvikille. Kaikki näihin virhetilanteisiin liittyvät selvitystyöt kuormittavat laatuinsinöörejä tarpeettomasti.

Yksi sopimusvalmistaja poikkeaa tästä toimintamallista. Koska heillä tehdään myös suunnittelutyötä Sandvikille, on heillä pääsy VPN-yhteyden kautta Sandvikin tuotetiedonhallintajärjestelmä Windchilliin, josta he pääsevät käsiksi uusimpiin revisioihin reaaliajassa. Heidän osalta muutostenhallinta on siis paremmalla tolalla. Tietoturvasyistä kaikkia sopimusvalmistajia ei kuitenkaan haluta päästää Sandvikin PDM-järjestelmään. Nykyinen PDM-järjestelmä Windchill tukee huonosti oikeuksien rajaamista käyttäjäkohtaisesti. Rajaaminen on kyllä mahdollista, mutta se on melko työlästä. (Laitinen, 2012) Lisäksi kun tiedossa on ollut, että uusi PDM-järjestelmä on tulossa, ei ole nähty järkeväksi lähteä antamaan rajattuja oikeuksia sopimusvalmistajille vanhaan järjestelmään.

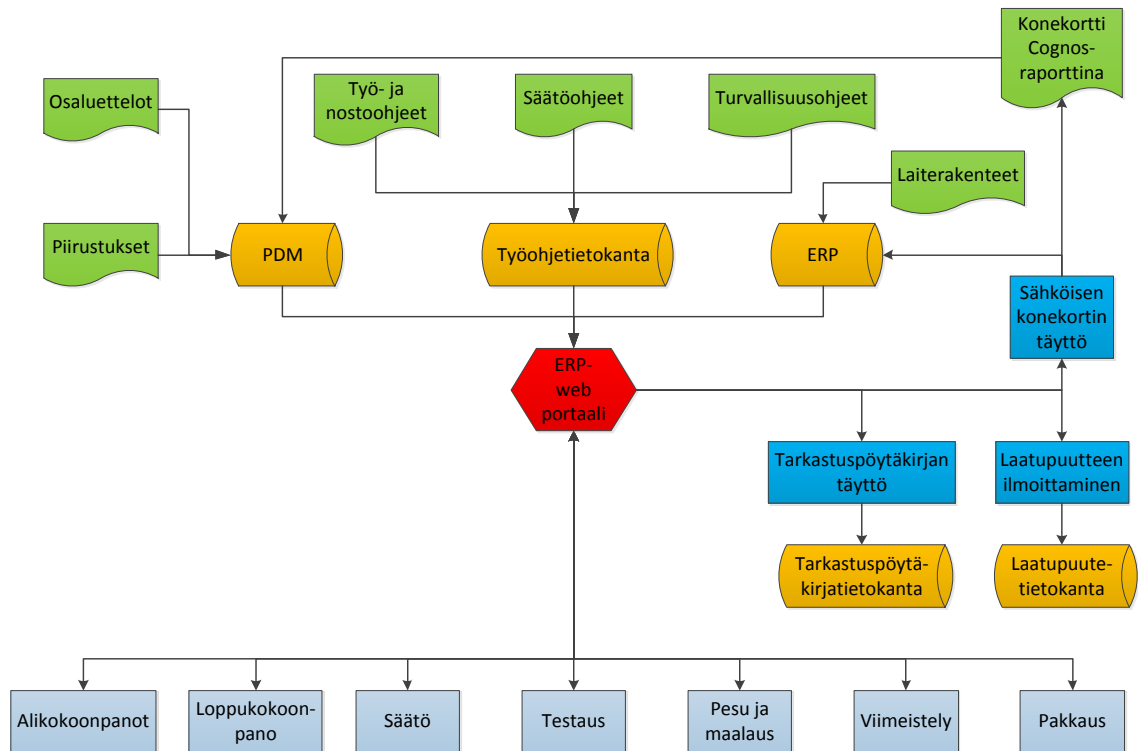
## 5 KEHITYSTOIMENPITEET JA -EHDOTUKSET

Tässä luvussa kuvataan työn aikana toteutetut, toteutettaviksi valitut sekä ehdotetut työn piiriin liittyvät kehitykset. Tämä luku rakentuu suurilta osin edellisessä luvussa tehdyn nykytila-analyysin pohjalta. Lisäksi tarkastellaan muita dokumentointiin liittyviä ehdotuksia.

Työn suurimmat konkreettiset saavutukset ovat tietojärjestelmäportaalin kehittäminen ja ideointi toiminnanohjausjärjestelmän selainkäyttöliittymä Leanwebiin ja sähköisen konekortin käyttöönoton valmistelu. Leanweb-portaali tulee toimimaan eri toimintoja koavana työkaluna Tampereen tehtaan työntekijöille. Portaalin on tarkoitus tulla käyttöön myös suomalaisille sopimusvalmistajille lähinnä sähköisen konekortin täytön vuoksi. Sähköinen konekortti puolestaan vastaa konekorttiprosessin ongelmiin. Leanweb-portaali vastaa alkuperäiseen tehtävänantoon, jossa haluttiin interaktiivista järjestelmää kokoonpanodokumenttien hyödyntämiseen kokoonpanopisteessä. Myös sähköinen konekortti on osa tätä järjestelmää, joten nämä kaksi tässä työssä merkittävintä kokonaisuutta kulkevat käsi kädessä.

### 5.1 Kuvaus dokumentaation visioidusta tilasta

Luvussa 4.1 on esitetty prosessikaavio dokumentaation nykytilasta. Kuvassa 8 on esitetty vastaava diplomityöntekijän laatima prosessikaavio työssä ehdotettavien kehitysten pohjalta. Näitä ehdotuksia tarkastellaan yksitellen myöhemmin. Punainen kuusikulmio esittää ajatusta tietojärjestelmät yhdistävästä portaalista. Sinisen prosessit puolestaan kuvaavat portaalin kautta sähköisesti tehtäviä uusia toimintoja.



Kuva 8. Kehitysehdotusten mukainen valmistuksen dokumentaation kuvaus

Lähtökohtana dokumentoinnille on ollut luoda yksi järjestelmä, joka kokoaa tarvittavat tietojärjestelmät helpommin saataville samaan paikkaan, jottei työntekijöiden tarvitsisi pelata usealla eri järjestelmällä ja web-sivulla samanaikaisesti. Tämä tehdään luomalla yksi työkalu, jolla on selkeä käyttäjäryhmä, ja jota on helppo jatkokehittää, mikäli uusia tarpeita tai kehitysmahdollisuuksia havaitaan. Ratkaisuvaihtoehtoksi valikoitui toiminnohjausjärjestelmään perustuva selainpohjainen portaali, joka esitellään luvussa 5.2.

Konekorttiprosessia kehitetään merkittävästi ottamalla käyttöön konekortin sähköinen täyttö, joka mahdollistaa myös konekorttitietojen tallentumisen toiminnohjausjärjestelmään. Sähköisestä konekortista kerrotaan lisää luvussa 5.3. Lisäksi prosessikaaviossa on mukana tässä työssä luvussa 5.7 käsitelty sähköisen tarkastuspöytäkirjan käyttöönotto, joka ehdotetaan toteutettavaksi sähköisen konekortin jälkeen.

## 5.2 Leanweb-portaali

Työn tavoitteena oli luoda interaktiivinen järjestelmä kokoonpanodokumenttien hyödyntämiseen. Näitä dokumentteja ovat mm. konekortti, työ-, nosto- ja turvallisuusohjeet sekä piirustukset ja osaluettelot. Työssä pyrittiin ottamaan huomioon luvussa 2.6 kuvattuja tietojärjestelmän kehittämisen vaiheita ja elinkaariajattelua. Käytännössä osa luvussa 2.6 kuvatuista vaiheista jäi kuitenkin hyvin pienelle huomiolle, työn suhteellisesta

yksinkertaisuudesta johtuen. Luvun 2.6 teoria tarjosi kuitenkin hyvän viitekehyksen kehittämisprojektin toteutukseen.

Työn alkuvaiheessa pohdittiin vaihtoehtoa, jossa luotaisiin jonkinlainen uusi yhteinen tietojärjestelmä kaikille näille dokumenteille. Sekä diplomityöntekijä että ohjausryhmä tulivat kuitenkin siihen tulokseen, että se ei ole tarkoituksenmukaista. Haluttiin hyödyntää jo olemassa olevia järjestelmiä mahdollisimman yksinkertaisella tavalla sen sijaan, että luotaisiin päällekkäisiä järjestelmiä. Kaikille yllä luetelluille dokumenteille on olemassa jo omat tietokantansa, vaikkakin niissä on paljon kehittämisen varaa. Oli käytettävä järjestelmä mikä tahansa, haluttiin luoda yksi näkymä, josta työntekijät pystyvät kätevästi löytämään kaikki tarvitsemansa tietotekniset työkalut. Näin syntyi idea informatiivisesta portaalista, josta käsin kaikki tarpeelliset järjestelmät ja toiminnot olisivat yhden napinpainalluksen takana.

Asentajien tehtävä on valmistaa laitteita, ja tuotannonkehityksessä toimenpiteiden tulisi aina pyrkiä auttamaan asentajia tässä tehtävässä. Asentajien laitteella käyttämä arvoa lisäävä aika tulee pyrkiä maksimoimaan, ja tietokoneella käytettävä arvoa lisäämätön aika tulee pyrkiä minimoimaan. Tämä on ollut keskeinen ajatus myös diplomityön taustalla. Näin ollen järjestelmän hyvä käytettävyyden asetettiin yhdeksi vaatimukseksi järjestelmää suunniteltaessa. Käytettävyyden on erityisen tärkeässä roolissa, kun yksittäisten toimintojen käyttömäärät ovat vähäisiä, ja käyttäjien tietoteknisissä taidoissa on suuria eroja.

### **5.2.1 Järjestelmän alustan valinta**

Web-sivulla olevista linkeistä ja pienistä toiminnallisuuksista ei ole hyötyä, ellei sivua pidetä auki jatkuvasti. Linkkien tarkoitus on nopeuttaa navigointia eri sivustojen ja järjestelmien välillä. Tämä ei toteudu, jos ensin täytyy avata erikseen sivu, josta linkit löytyvät. Tästä syystä haluttiin varmistaa, että sivulla on tarpeeksi toimintoja, jotta sitä kannattaa pitää auki jatkuvasti ikään kuin oletussivuna. Näin ollen haluttiin valita yksi tärkeä toiminto, jonka ympärille portaaliksi luotaisiin. Täksi toiminnoksi oli alun perin kaksi vaihtoehtoa.

Työn alkuvaiheessa, kun luvussa 5.6.2 esitettävän sähköisen järjestelmän toteuttamista vakiotyöjärjestyksen esittämiseen pohdittiin, pidettiin järjestelmää vaihtoehtona oletusnäkyväksi, jonka ympärille portaaliksi rakennettaisiin. Ohjausryhmä hylkäsi tämän järjestelmän toteutuksen luvussa 5.6.2 esitettävistä syistä. Toinen vaihtoehto työntekijöiden oletusnäkyväksi oli konekortin täyttönäkymä. Konekortti oli yksi työn alkuperäisissä tavoitteissa kehitettäväksi valittu dokumentoinnin osa-alue. Alustavaa pohjatyötä sähköisen konekortin täytön eteen oli tehty jo aiemmin, vaikka projekti olikin laitettu jäihin resurssipuutteiden vuoksi. Sähköisen konekortin hyödyistä oli selvä yksimielisyys, joten sitä päätettiin lähteä kehittämään eteenpäin. Kun sähköisen konekortin toteuttamisesta

päätettiin, selveni myös se, että portaali tullaan rakentamaan konekortin ympärille. Sähköisestä konekortista kerrotaan lisää luvussa 5.3.

Näin ollen toiminnanohjausjärjestelmän selainversio Leanweb valikoitui portaalissa käytettäväksi alustaksi. Konekortin täyttö Leanwebin ulkopuolelta olisi ollut hyvin hankala toteuttaa, sillä Leanweb vaatii kirjautumista toiminnanohjausjärjestelmä Leanin tunnuksilla, jolloin tiedon välittäminen toiminnanohjausjärjestelmän ja toisen järjestelmän välillä olisi ollut hyvin hankalaa, ellei mahdotonta. Käytännössä vaihtoehdoksi jäi siis vain Leanwebin kehittäminen. Tämä on kuitenkin hyvä vaihtoehto, koska se mahdollistaa selaimessa toimimisen. Selaimella on monia etuja järjestelmien ohjelmaversioihin verrattuna, kuten luvussa 2.2.4 on todettu. Selainpohjaiseen järjestelmään on helppo ohjelmoida uusia toiminnallisuuksia, ja ulkoasun muutokset ovat helposti toteutettavissa tarvittaessa. Selain toimii myös hyvin yhdessä muiden selainpohjaisten järjestelmien kanssa, kun järjestelmien välillä voi liikkua käyttäen selaimen omia *edellinen* ja *seuraava* toimintoja.

Leanwebin etuna on myös se, että sitä käytetään jo sähköiseen konekortin täyttöön Sandvikin Turun tehtaalla. Siellä konekortti pidetään kuitenkin yksinkertaisempana, ja tietoa kerätään vähemmän kuin Tampereen pintalaittepuolella. Turun käyttämä Leanwebin seurantatietotoiminnallisuus ei siis aivan sellaisenaan sovellu Tampereelle, mutta toimii hyvänä pohjana. Tämän pohjan ympärille voidaan kehittää monipuolisempaa järjestelmää.

## 5.2.2 Seurantatietonäkymän lähtötila

Sandvikin Turun tehtaalla on käytössä konekortin sähköinen täyttö kuvan 9 mukaisen Leanwebin seurantatiedot -välilehden kautta. Tämä toimii hyvänä pohjana myös Tampereen pintalaittepuolelle suunnitellulle portaalille. Nykyinen Turun tehtaalla käytössä oleva seurantatiedot -välilehti hakee ja listaa kaikki valitun laitteen valmistusrakenteelta löytyvät nimikkeet, joille on asetettu seurantasettiparametri. Kuvassa 9 oikealla näkyvää muokkaa-painiketta painamalla avautuu ikkuna, johon nimikkeen jäljitettävyystiedot, yleensä sarjanumero tai päivämäärä, syötetään. Kun nimikkeelle on syötetty jäljitettävyystietoa, ilmestyy sen kohdalle listaukseen vihreä ympyrä, jotta osataan erottaa nimikkeet, joille jäljitettävyystiedot on jo syötetty. Kun kaikilla riveillä on vihreä ympyrä, on laite jäljitettävyystietojen syöttämisen osalta valmis.

Työn tunnus	Työn nimi	Vaihe	Vaih.nimi	Nim.tunnus	Nimikkeen nimi	
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	305	MUUTOS JA KORJ. SYÖT		90 Stroke=1 19mm	Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	305	MUUTOS JA KORJ. SYÖT		90 Stroke=1 19mm	Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	310	SL JA KASETTI PAN/RA			Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	310	SL JA KASETTI PAN/RA			Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	310	SL JA KASETTI PAN/RA		/HL 1060 , LETKUTEL	Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	320	SÄILIÖMODULI			Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	321	VASEN LOKASUOJA KP D			Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	322	VENTTIILIKESKUS KP P		er asse mbly	Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	340	VOIM.YKS. PAN/RAN		C13/287kW/1800rp	Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	340	VOIM.YKS. PAN/RAN			Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	340	VOIM.YKS. PAN/RAN		6RADIAL LÄHTÖ	Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	340	VOIM.YKS. PAN/RAN		.PSC62K68T -S109:	Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4	515	LKP. RAN/PAN			Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4					Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4					Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4					Muokkaa »
T15644L	Sandvik DP1500i TIER4					Muokkaa »
57						

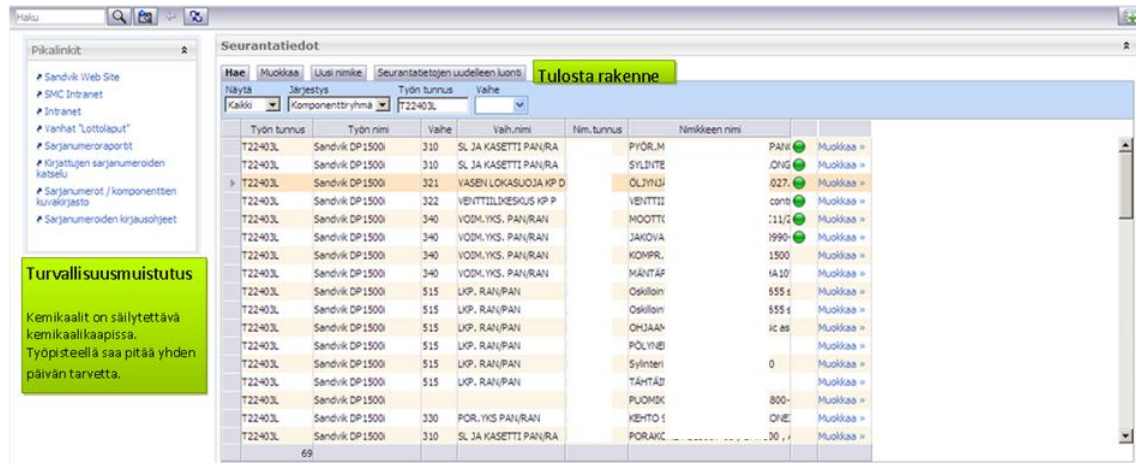
Kuva 9. Turussa käytössä oleva seurantatiedot -välilehti

Laitteen kokoonpano on jaettu vaiheisiin. Jokaiselle nimikkeelle on, tai ainakin pitäisi olla, määriteltä vaihe, jolle se ohjautuu. Jostain syystä pieni osa nimikkeistä on kuitenkin tällä hetkellä ilman vaihetietoja toiminnanohjausjärjestelmässä, ainakin jäljitettävien osien osalta tämä asia tulisi korjata. Seurantatiedot-välilehden yksi tärkeä ominaisuus on joka tapauksessa vaiheen mukaan suodattaminen. Jokaisen työaseman työntekijät tietävät asemalleen kuuluvat vaiheet. Työasemalla voidaan siis valita tarvittavat vaiheet, jolloin ruudulle tulostuu ainoastaan sille työasemalle olennaiset nimikkeet. Näin noin 60 jäljitettävyystietoja kaipaavan nimikkeen joukko saadaan supistettua työasemasta riippuen yleensä muutamaan nimikkeeseen, jolloin oikean osan löytäminen listasta on helppoa.

### 5.2.3 Leanweb-portaaliin suunnitellut kehitystoimenpiteet

Tässä luvussa esitellään diplomityön aikana muodostuneet kehitysehdotukset Leanwebin asentajien käyttöön suunniteltuun portaaliin liittyen. Leanweb-portaali on sikäli tärkeä osa tätä työtä, että se pyrkii vastaamaan alkuperäiseen tehtävänantoon interaktiivisen dokumentaatiojärjestelmän toteuttamisesta. Kuten edellisessä luvussa todettiin, otetaan luvussa esitelty Turun tehtaan käyttämä seurantatiedot -välilehti käyttöön konekorjauksen täyttööseen. Tässä luvussa esiteltävien kehitysehdotusten idea on luoda asentajille yksi näkymä, josta he pystyvät mahdollisimman helposti navigoimaan kaikkiin yleisesti käyttämiinsä tietojärjestelmiin ja nettisivuihin.

Työssä ehdotetaan, että luodaan Tampereen pintalaitepuolelle kopio Turussa käytössä olevasta seurantaliedot –välilehdestä, johon lisätään toimintoja. Kuvassa 10 on hahmoteltu ehdotettua näkymää.



Kuva 10. Hahmotelma ehdotetusta konekortin täyttönäkymästä

Kuvassa on nähtävillä kolme lisäystä Turun käyttämään näkymään verrattuna. Nämä ovat vasemmassa yläkulmassa näkyvä pikalinkit–osio sekä vihreällä näkyvät tulosta rakenne –toiminto ja turvallisuusmuistutusosio.

Pikalinkit–toiminto mahdollistaa kätevän linkkien lisäämisen käyttäjäkohtaisesti. Tällainen osio tarvitaan siksi, että normaalisti jokainen yksittäinen linkki joudutaan ohjelmoimaan toiminnanohjausjärjestelmän toimittajan toimesta. Pikalinkit–osio mahdollistaa linkkien lisäämisen ja niiden käyttäjäkohtaisen näkymänhallinnan Sandvikin oman vastuuhenkilön toimesta. Näin ollen pikalinkit–osio tuo ketteryyttä tuleviin pieniin muutoksiin. Käyttäjäkohtaisuus tarkoittaa sitä, että jokaiselle linkille voidaan määrittää käyttäjät, joille linkin halutaan näkyvän. Voidaan siis kätevästi vastata sekä Tampereen tehtaan asentajien että eri konekorttia täyttävien tarpeisiin. Diplomityöntekijä ehdottaa seuraavassa kappaleessa esitetyin perustein pikalinkkeihin lisättäväksi ainakin seuraavat linkit:

- linkki laatupuutteen ilmoituslomakkeeseen
- linkki työ- ja toimintaohjetietokantaan
- linkki Cognos-raportointijärjestelmään konekortin raportin tulostukseen.

Kaksi ylintä linkkiä toteuttavat portaalin perusideaa koota kaikki asentajien tietokoneella käyttämät toiminnot samalle sivulle. Näin saadaan sekä työohjeet että laatupuutteen ilmoittaminen yhden napinpainalluksen päähän. Linkki Cognoksen raporttiin puolestaan mahdollistaa konekortin ja täytettyjen jäljitettävyystietojen tarkistamisen reaaliajassa. Näin on mahdollista nähdä helposti kaikki täytetyt sarjanumerot kerralla.

Optimaalista tietysti olisi, että täytetty sarjanumero saataisiin näkymään itse seuranta-tiedot-välilehteen nimikkeen kohdalle vihreän pallukan tilalle. Tämä on kuitenkin tällä hetkellä hankalasti toteutettavissa, koska kaikki jäljitettävyystiedot eivät tallennu samaan kenttään, vaan käytössä on eri kenttiä, jos seurantasetti on eri. Esimerkiksi moottorikokoonpanolle on omat kenttensä. Toisaalta myös osat, joista kerätään kaksi sarjanumeroa muodostuvat ongelmaksi, koska sarjanumerot tallentuvat eri kenttiin.

Yksi vaihtoehto ongelman ratkaisemiseksi olisi muuttaa kaikki seurantasetit muotoon, jossa kysytään vain yhtä sarjanumeroa. Näin ollen kaikki jäljitettävyystieto tallentuisi samaan kenttään, jolloin se voitaisiin lisätä näytettäväksi Leanwebin seurantatiedot-portaaliin. Tällöin niiltä nimikkeiltä, joilta on aiemmin kerätty syötetty jäljitettävyystietoa omiin kenttiinsä, syötettäisiinkin kummatkin tiedot samaan kenttään vaikkapa pilkulla erotettuina. Tähän toimintatapaan siirtymistä ehdotetaankin diplomityössä. Näin ollen voitaisiin päästä eroon vihreistä ympyröistä ja muokkaa-painikkeesta. Nämä korvattaisiin kolmella sarakkeella, jotka sisältävät jokaiselle nimikkeelle:

1. voimassa olevan syötetyn jäljitettävyystiedon
2. oman syöttökentän, johon uusi jäljitettävyystietoarvo voidaan syöttää
3. tallenna painikkeen, joka tallentaa toiseen kenttään syötetyn arvon ensimmäisen kentän arvon päälle.

Tästä olisi kaksi merkittävää etua:

- Jäljitettävyystiedot voitaisiin syöttää suoraan pääsivulta, jolloin ei tarvitsisi käyttää muokkaa-painiketta ja odottaa syöttöikkunan latautumista.
- Tietojen oikeellisuuden tarkastaminen olisi helpompaa, ja virheellisesti syötetyt jäljitettävyystiedot olisi helpompi havaita, kun ne ovat koko ajan näkyvillä.

Tässä luvussa kuvatuista kehitysehdotuksista on tämän työn aikana tehty luvun 2.6.2 kuvaama järjestelmäanalyysi, jonka pohjalta on pyydetty ja saatu hinta-arviot seuraaville toiminnoille:

- uusi seurantatietonäkymä ja pikalinkit
- keräilytiedot
- Jäljitettävyystiedot näkyviin pääsivulle
- turvallisuusmuistutus-osio
- rakenteen tulostus.

Yllä olevasta listasta kolme ylintä katsotaan ydintoiminnoiksi, jotka tuovat selvää lisäarvoa järjestelmään. Kaksi alempaa ovat puolestaan toimintoja, jotka eivät ole sidoksissa järjestelmän pääkäyttötarkoitukseen. Näin ollen työssä ehdotetaan yllä annetun hinta-arvion pohjalta, että toteutetaan yllä olevista kolme ylintä toimintoa mahdollisimman nopeasti ja harkitaan kahden alimman toteutusta sitten, kun järjestelmä on käytössä ja havaittu toimivaksi.



### 5.2.4 Leanweb-portaalin jatkokehitysideat

Edellisessä luvussa esitettyjen kehitysehdotusten lisäksi mainittakoon joitakin ideoita järjestelmän mahdolliseen jatkokehitysvaiheeseen. Näiden ideoiden toteutustapoja ja -mahdollisuuksia ei ole vielä tarkemmin analysoitu. Yksi tällainen idea on 5S-dokumenttien tuominen Leanweb-portaaliin. Näihin kuuluisivat työpisteen Layout-piirustukset, 5S-vakiotyölehti sekä asemakohtainen tarkastus- ja pisteytyslista. Nämä dokumentit ovat kuitenkin luonteeltaan sellaisia, että asentajat pyrkisivät todennäköisesti harvoin aktiivisesti katsomaan niitä. Tästä syystä 5S-dokumentit saaminen yhden painikkeen taakse ei välttämättä riitä. Parempi tapa tuoda ne esille voisi olla esimerkiksi työpistekohtaiset näyttötaulut, joiden käyttöönottoa Sandvikin pintalaitepuolella on pohdittu. Näiden näyttöjen mahdollinen käyttöönotto ei kuitenkaan kuulu tämän työn piiriin.

Toinen jatkokehitysidea on linkki valittuna olevan laitteen PDM-rakenteeseen. Se mahdollistaisi nopean pääsyn laitteen piirustuksiin ja rakenteeseen. Tämä toiminto olisikin jo mukana yllä kuvatussa järjestelmäanalyysissä, mutta se täytyi jättää pois tässä vaiheessa, koska sitä ei voida toteuttaa ennen kuin uusi PDM-järjestelmä on käytössä. Toiminnon pitäisi kyllä olla toteutettavissa, mutta ennen kuin päästään käsiksi uuteen PDM-järjestelmään, ei toteutuksen työ määrää voida tarkasti arvioida. Näin ollen päätös toteutuksesta täytyy jättää myöhemmäksi. Linkki toimisi joka tapauksessa samalla tapaa kuin seurantatietojen uudelleen luonti tai rakenteen tulostuskin. Painiketta painamalla järjestelmä avaisi uuden sivun PDM-järjestelmään ja hakisi automaattisesti auki olevaa työn numeroa vastaavan laitteen ID-koodin rakenteen. Mikäli työn numeroa ei ole syötetty, avautuisi ikkuna, johon se syötettäisiin samoin kuin kahdessa muussakin mainituissa toiminnoissa. Linkki ei ole kiinteä linkki, vaan vaatii erillistä koodausta, koska työn numero vaihtelee. Näin ollen linkkiä ei voida sisällyttää pikalinkit-osioon, joka tukee ainoastaan kiinteitä linkkejä.

Kolmas idea on muutosinformaation tuominen jossain muodossa Leanwebiin. Nykytilassa asentajat ovat hyvin epätietoisia suunnittelun osiin tekemistä muutoksista ja huomaavatkin usein muutokset vasta saadessaan käsiinsä uudenlaisen osan. Tämä on myös sellainen asia, jonka toteutusta ei voida tehdä ennen uuden PDM-järjestelmän käyttöönottoa. Etenkin luvussa 2.3.3 mainittu mahdollisuus muutosten ajoittamiseksi tiettyyn ajankohtaan tai tapahtumaan kytketyksi on avainasemassa sen kannalta, kannattaako muutosinformaatiota ylipäättään tuoda asentajien saataville. Nykyisessä PDM-järjestelmässä tätä mahdollisuutta ei ole, jolloin muutosinformaation tuominen asentajille voi olla harhaanjohtavaa, koska muutos näkyisi heti järjestelmässä, vaikka käytännössä se toteutuu loppukokoonpanossa vasta noin kahden kuukauden viiveellä, sillä laiterakenteet luodaan jo selvästi ennen loppukokoonpanon aloittamista. Tästä saattaisi olla enemmän haittaa kuin hyötyä. Toisaalta jos mahdollisuus ajoittaa muutoksia tai kytkeä

niitä tiettyihin tapahtumiin on olemassa uudessa PDM-järjestelmässä, voi muutosinformaation tuominen työntekijöiden saataville olla tarkoituksenmukaisempaa. Uusi PDM-järjestelmä voi myös tarjota paremmat mahdollisuudet muutostiedon jakamiseksi. Asiaan kannattaa joka tapauksessa palata sitten, kun uusi järjestelmä on otettu käyttöön.

Lisäksi työ-, nosto- ja turvallisuusohjeiden esiin tuomiseksi on myös pohdittu mahdollisuutta, jossa Leanweb hakisi työohjetietokannasta ohjeet automaattisesti vaiheen ja laitemallin perusteella. Näin ohjeet saataisiin suoraan seurantatietonäkymään jäljitettävyystietojen lisäksi. Teknisesti tämä voitaisiin toteuttaa siten, että luvussa 2.3.4 esitettyihin ohjeiden ominaisuustietoihin lisättäisiin jokaiselle ohjeelle sille oleelliset laite- ja vaihemallitiedot, joiden perusteella toiminnanohjausjärjestelmä löytäisi kulloinkin oleelliset ohjeet. Tätä aihetta on käsitelty tarkemmin luvussa 5.5. Tämän toiminnon toteutus ei kuitenkaan ole helppoa, joten se jätettiin myöhempään vaiheeseen. Ennen tämänkaltaisen kalliin toiminnon toteuttamista on varmistuttava siitä, että järjestelmä on ylipäättään käyttökelpoinen. Tähän kannattaa palata sähköisen konekortin käyttöönoton jälkeen.

## **5.3 Sähköinen konekortti**

Sähköisestä konekortista puhuttaessa tarkoitetaan nimenomaan konekortin sähköistä täyttöä suoraan toiminnanohjausjärjestelmän selainkäyttöliittymästä sekä täytettyjen tietojen tallentumista toiminnanohjausjärjestelmään. Nämä kaksi ominaisuutta ovat sellaisia, joita lähtötilanteessa ei ollut käytössä. Sähköinen konekortti sisältää siis uuden konekorttiprosessin kokonaisuudessaan. Luvussa 4.5 on kuvattu konekorttiprosessi lähtötilanteessa. Tässä luvussa kuvataan uusi konekorttiprosessi sekä konekortin toimintatavat ja hyödyt.

### **5.3.1 Sähköisen konekortin toimintaperiaatteet ja hyödyt**

Sähköisen konekortin perusajatus on se, että luvun 2.1.4 mukaisesti kerätään tieto suoraan lopulliseen järjestelmään ja automatisoidaan prosessia mahdollisimman paljon. Lisäksi parannetaan jäljitettävyyttä lähtötilanteesta helpottamalla hakutoimintoja tuomalla jäljitettävyystiedot toiminnanohjausjärjestelmään.

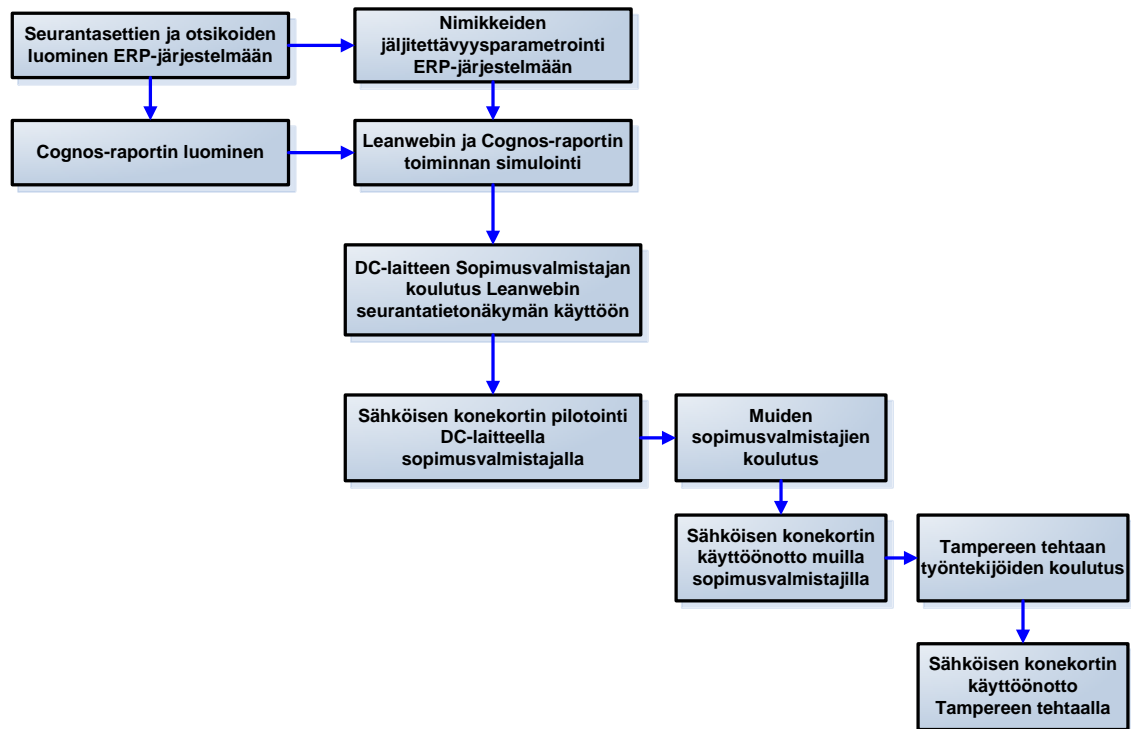
Uusi sähköinen konekortti toimii siten, että se hakee toiminnanohjausjärjestelmästä laitteen valmistusrakenteen, josta se tekee listan nimikkeistä, joille on asetettu joku jäljitettävyyssparametri. Näin saadaan kaikki tietyn laitteen jäljitettävät osat esiin. Jäljitettävyyssparametreja on useita erilaisia, mutta ne voidaan jakaa kahteen tyyppiin. Toiset ovat käytössä nimikkeille, joista merkitään ylös joku jäljitettävyystieto, kuten valmistuspäivämäärä tai sarjanumero. Toiset puolestaan ovat tarkoitettu nimikkeille, josta ei kerätä mitään tietoja ylös, mutta kyseiset nimikkeet halutaan ID-koodeineen konekorttiin.

Työn aikana tehtiin merkittävä päätös pudottaa konekortista pois ne nimikkeet, joista ei kerätä jäljitettävyystietoa. Perusteluna tälle on se, että nämä nimikkeet ovat löydettävissä myös luvussa 4.5 mainitusta ulkoisen toimittajan tuottamasta varaosakirjasta, eikä niitä haluta tallentaa kahteen eri paikkaan ilman hyvää syytä. Tähän asti syynä niiden konekortissa oloon on ollut se, että varaosakirja ei ole ollut yhtä luotettava kuin käsin tehty ja fyysisesti paikanpäällä tarkastettu konekortti. Toisaalta varaosakirja sisältää niin paljon informaatiota, että kriittisten nimikkeiden löytäminen sieltä on vaivalloisempaa kuin konekortista. Joka tapauksessa laatuosasto ei näe samojen nimikkeiden merkitsemistä eri dokumentteihin oikeaksi toimintatavaksi, vaan varaosakirjan ongelmat tulisi ratkaista kehittämällä varaosakirjaa. Varaosakirjaprosessi jää kuitenkin tämän työn rajausten ulkopuolelle, joten sitä ei käsitellä tässä enempää.

Kaikki laitteen toiminnanohjausjärjestelmän valmistusrakenteelta löytyvät nimikkeet, joille on asetettu jäljitettävyyssparametri tulostuvat näkyviin toiminnanohjausjärjestelmän selainkäyttöliittymän luvussa 5.2.3 esitettyyn seurantatietonäkymään, jossa niille voidaan antaa jäljitettävyystiedot, jolloin ne tallentuvat toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan. Ne myös tulostuvat lopulta raportointijärjestelmä Cognoksen tuottamaan PDF-muotoiseen raporttiin, toisin sanoen konekorttiin. Cognos hakee tiedot konekortti-raporttiin suoraan toiminnanohjausjärjestelmästä.

### **5.3.2 Sähköisen konekortin käyttöönotto**

Työn aikana tehtiin päätös, että sähköinen konekortti pyritään ottamaan käyttöön sekä Tampereen tehtaalla että suomalaisilla sopimusvalmistajilla. Lisäksi käyttöönottoa harkitaan myös Kiinan tehtaalle, ja Kiinan tarpeet tulee ottaa huomioon mahdollisuuksien mukaan. Käyttöönotto Kiinan osalta jää kuitenkin diplomityön rajausten ulkopuolelle. Kuvassa 11 on esitetty sähköisen konekortin käyttöönottoprojektin suunnitelma pääpiirteissään. Diplomityön aikana asetettiin konekortin käyttöönoton osalta tavoitteeksi se, että päästäisiin pilotoimaan uutta sähköistä konekorttia vähintään yhdellä laitteella työn aikana. Pilotoitavaksi laitemalliksi valittiin DC-laitemalli, koska sitä valmistetaan ainoastaan yhdellä sopimusvalmistajalla. Näin ollen saadaan eristettyä pilotointi ainoastaan tälle sopimusvalmistajalle, jolloin pilotointi ja sen aikana mahdollisesti ilmenevät ongelmat saadaan pidettyä helposti kontrollissa.



Kuva 11. Sähköisen konekortin käyttöönottosuunnitelma yksinkertaistettuna

Käyttöönottoprosessi alkoi kuvan 11 mukaisesti siitä, että luotiin käytettävät konekortin otsikot ja seurantasetit toiminnanohjausjärjestelmään. Seurantasetti on parametri, joka kertoo, mitä tietoja nimikkeeltä halutaan kerätä. Esimerkki seurantasetistä on ONESERIAL-seurantasetti. Mikäli nimikkeelle on asetettu tämä setti, pyytää Leanwebin seurantatietoportaali nimikkeelle yhtä jäljitettävyystietoa. Toisaalta esimerkiksi voimayksiköille luotiin oma seurantasetti, joka pyytää yhteensä kymmentä eri jäljitettävyystietoa voimayksikön eri komponenteista. Otsikko puolestaan on nimikkeelle asetettava parametri, joka kertoo minkä otsikon alle nimike tulostuu Cognoksen tuottamaan konekorttiraporttiin eli konekorttiin.

Tämän jälkeen pystyttiin aloittamaan nimikkeiden jäljitettävyyssparametointi, johon siis myös otsikon ja seurantasetin asettaminen jokaiselle jäljitettävälle nimikkeelle kuuluvat. Työssä verrattiin vanhoja konekortteja laitteiden Master-rakenteisiin ja etsittiin Master-rakenteelta kaikki aiemmin konekorttiin sisältyneet nimikkeet sekä niiden vaihtoehtoiset nimikkeet. Jokaiselle nimikkeelle asetettiin tarvittavat parametrit toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä oli hidasta siksi, että oli varmistuttava siitä, että kaikki vaihtoehtoiset nimikkeet tuli tarkastettua. Näin ollen paljon aikaa kului PDM-järjestelmän selailuun myös niiden nimikkeiden osalta, joille ei löytynyt vaihtoehtoisia nimikkeitä. Lisäksi useiden nimikkeiden jäljitettävyystarpeesta keskusteltiin Lifetime Support –osaston kanssa, ja joitakin muutoksia tehtiin näiden keskustelujen pohjalta. Työn aikana käytiin läpi kuusi Master-rakennetta, jotka vastaavat Tier 3 ja Tier 4 versioita DX-, DPi-, ja DC-laitteista. Kaksi Masteri-rakennetta tulee vielä käydä läpi myöhemmässä vaiheessa: DI550 ja DC120.

Käytettävien seurantasettien ja otsikoiden luomisen jälkeen päästiin myös rakentamaan raportointijärjestelmä Cognoksen tuottamaa raporttia, joka siis on konekortti lopullisessa muodossaan. Raportti luotiin yhdessä Sandvikin raportoinnista vastaavan ulkopuolisen toimittajan kanssa ja lopuksi raportin ylläpito siirrettiin tämän toimittajan vastuulle, kuten tapana on. Käytännössä raportti kehitettiin kuitenkin Sandvikilla lähes lopulliseen muotoon ja toimittajan panos jäi hyvin vähäiseksi. Tästä syystä raportin toteutus kesti myös yllättävän kauan, työmäärää ei osattu arvioida hyvin ja raporttia kehitettiin osittain aikaisesti. Odottamattomat ongelmat viivyttivät raportin toteutusta. Raportin kehittäminen muodostuikin projektin aikataulun kannalta pullonkaulaksi ja venytti aikataulua jossain määrin.

Raportin valmistumisen jälkeen päästiin simuloimaan nimikkeiden tulostumista sekä Leanwebiin jäljitettävyystietojen syöttämistä varten että Cognoksen tuottamaan konekorttiin. Tässä vaiheessa esiin nousi eräs hankala ongelma. Aiemmin oli tiedostettu, että laitteilla on osia, jotka ovat rakenteessa ostonimikkeiden alla. Tällaiset osat eivät tulostu valmistusrakenteelle toiminnanohjausjärjestelmään, jolloin ne eivät myöskään löydy tietänsä konekorttiin. Näitä osia kuviteltiin kuitenkin olevan noin yksi tai kaksi laitetta kohden. Simuloinnissa kuitenkin paljastui, että laitemallista riippuen iso osa laitteen sylintereistä on ostonimikkeiden alla olevia osia, jolloin yksittäiset sylinterit eivät tulostu valmistusrakenteelle. Sylinterit ovat tärkeä osa laitteen jäljitettävyyttä (Hannu Aalto, 2012), joten ongelmaa ei voida sivuuttaa. Ongelmaan on useita ratkaisuvaihtoehtoja, mutta kaikki ne ovat työläitä ja hankalasti toteutettavia. Näin ollen sähköisen konekortin käyttöönoton aikataulu venyi siihen pisteeseen, että pilotointia ei ehditty toteuttaa diplomityön aikana, vaan sähköisen konekortin osalta diplomityö jouduttiin katkaisemaan kuvassa 11 esitettyjen Leanwebin ja Cognos-raportin simuloinnin ja DC-laitteen sopimusvalmistajan koulutuksen välistä. Myös ongelman ratkaisu jää diplomityössä osittain auki, vaikka asian tutkinta onkin aloitettu. Luvussa 5.3.3 pureudutaan tarkemmin ongelmaan ja sen mahdollisiin ratkaisuvaihtoehtoihin.

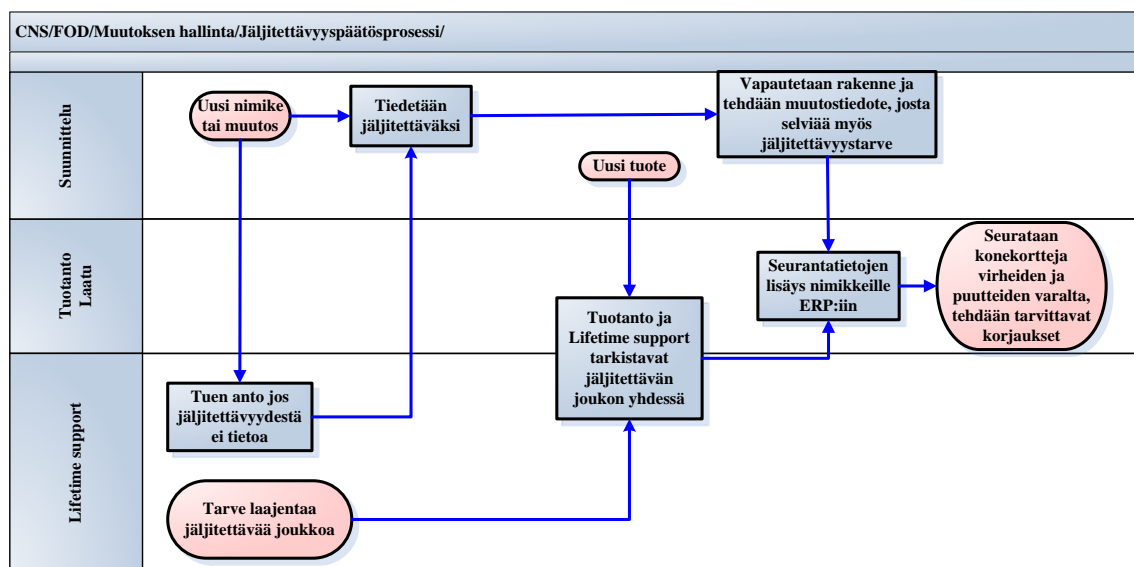
### 5.3.3 Ostonimikkeen alarakenneongelman ratkaisuvaihtoehdot

Ongelma on siis siinä, että merkittävä osa jäljitettävistä osista ei tulostu valmistusrakenteelle, josta jäljitettävät osat siirtyvät Leanwebin seurantatietoportaaliin ja raportointijärjestelmän tuottamaan konekorttiin. Tämä johtuu siitä, että ongelmanimikkeet ovat rakenteella ostettavan alikokoonpanon alla. Koska tällainen alikokoonpano on ostonimike, eli se ostetaan kokonaisuutena, ei sen alarakenne tulostu valmistusrakenteelle. Näin ollen ongelmaosat jäävät konekortin ulkopuolelle jo ennen jäljitettävyystietojen syöttövaihetta. Ongelmaan on ainakin kolme pohtimisen arvoista ratkaisua, joista useampaa voidaan joutua käyttämään tilanteesta riippuen. Seuraavassa on esitetty nämä ratkaisuvaihtoehdot.

- **Tapauskohtaisten seurantasettien luominen:** Luotaisiin rakenteessa ongelmanimikkeen yläpuolella olevalle osalle oma seurantasetti, joka osaisi kysyä tarvittavat jäljitettävyystiedot myös rakenteella itsensä alla olevilta nimikkeiltä. Tässä tapauksessa ongelmanimikkeen ID-koodia ei saataisi automaattisesti järjestelmästä, vaan myös se tulisi etsiä manuaalisesti ja kirjata jäljitettävyystiedoksi. Näin ollen manuaalinen työ näiden ongelmanimikkeiden osalta ei vähenisi sähköisen konekortin käyttöönoton myötä. Lisäksi näiden seurantasettien luominen on työlästä ja varaa toiminnanohjausjärjestelmän kenttiä, joita on rajallinen määrä. (Harri Vienola, 2012) Tätä ei siis voida missään nimessä pitää yleisenä ratkaisuna ongelmaan. Yksittäisille nimikkeille se kuitenkin saattaa olla toteutuskelpoinen vaihtoehto.
- **Ostonimikkeiden alirakenteiden tuominen valmistusrakenteelle:** Luotaisiin toiminnanohjausjärjestelmään ostonimikkeille alirakenteet siten, etteivät ne vaikuttaisi osien ostoihin, mutta ostonimikkeiden alla olevat nimikkeet tulostuisivat silti valmistusrakenteelle. Asiaa on selvitetty siinä määrin, että tiedetään tämän ratkaisun olevan toteutettavissa (Vienola, 2012; Immonen, 2012; Laitinen, 2012) Tarkemmat tutkimukset ratkaisun käytännön toteutuksesta ja työmäärästä on aloitettu. Kaiken kaikkiaan tämä on vaihtoehtoista potentiaalisin, ja saattaa sopia suurimmalle osalle tai jopa kaikille ongelmanimikkeille.
- **Nimikkeiden lisääminen sähköiseen konekorttiin manuaalisesti:** Lisättäisiin ongelmanimikkeet sähköiseen konekorttiin manuaalisesti seurantatietoportaalin kautta. Tämän ratkaisuvaihtoehdon vahvuus on siinä, että kyseinen toiminto on jo olemassa. Heikkoutena ratkaisuvaihtoehdossa on kuitenkin se, että se lisää manuaalista työtä ongelmanimikkeiden kohdalla jopa lähtötilanteeseen nähden. Tällä toimintatavalla ongelmanimikkeistä on jäljitettävyystietojen lisäksi lisättävä manuaalisesti myös ID-koodit. Nimikkeiden manuaalisen lisäyksen lisäksi nimikkeillä on oltava seurantaparametrit asetettuina aivan kuten muillakin jäljitettävillä nimikkeillä, jotta Cognos pystyy raportoimaan nimikkeet oikein konekorttiin. Iso heikkous tässä ratkaisuvaihtoehdossa on se, että manuaalisesti nimikkeitä lisääessä on tiedettävä mitkä nimikkeet täytyy manuaalisesti lisätä. Käytännössä ainoa tapa selvittää tämä, on ajaa Cognos-raportti ilman ongelmanimikkeitä, ja verrata sitä toiseen vanhan laitteen konekorttiin, jotta nähdään mitkä osat puuttuvat. Kaiken kaikkiaan tämä tekee prosessista epäselvän, virheellisen ja työlään. Näin ollen tämä toiminto ei missään nimessä ole pitkän aikavälin prosessikelpoinen vaihtoehto, mutta erittäin hyödyllinen työkalu tulipalojen sammuttamiseen niissä tilanteissa, joissa törmätään yllättäen uusiin ongelmanimikkeisiin, joita ei pystytä korjaamaan tarpeeksi nopeasti. Tätä ratkaisuvaihtoehtoa kannattaa kuitenkin punnita väliaikaiseksi toimintatavaksi myös pilotointivaiheeseen, mikäli ostonimikkeiden alirakenteiden tuominen valmistusrakenteelle pitkittyy.

### 5.3.4 Jäljitettävyyden päätöksentekoprosessi

Työssä pyrittiin määrittelemään dokumentaatioon liittyviä prosesseja entistä paremmin. Yksi tällainen prosessi on päättäminen siitä, mitkä osat ovat jäljitettäviä ja mitkä eivät. Kuten luvussa 4.5.1 on todettu, ei konekortilla ole ollut omistajaa, vastuuhenkilöitä tai edes vastuuosastoja määriteltynä. Käytännössä eri osastot, enimmäkseen Lifetime Support, ovat esittäneet yksittäisiä vaatimuksia konekortin sisällöstä, joiden perusteella konekortti on löytänyt muotonsa. Diplomityön aikana luotiin yksinkertainen kuvassa 12 esitetty prosessimalli jäljitettävyyuspäätösten tekemiselle ja vastuun jaolle. Malli luotiin yhdessä suunnittelun, tuotannon ja Lifetime Support –osaston kanssa.



Kuva 12. Jäljitettävyyden päätöksentekoprosessi

Tuotannon laatuosasto omistaa jatkossa konekortin. Tuotannon vastuulla on ylläpitää ja tuottaa konekortti. Konekortin asiakkaana voidaan pitää Lifetime Support –osastoa, joka on konekortin suurin käyttäjä. Jäljitettävyyteen liittyvät päätökset halutaan tehdä yhdessä tuotannon ja Lifetime Support –osaston kanssa. Syy tähän on se, että useissa tapauksissa konekorttiin liittyvän työkuorman vähentäminen tuotannossa lisää työkuormaa Lifetime Supportissa ja päinvastoin. Kuten luvussa 3.6 on todettu, jäljitettävyystoiminnot eivät ole arvoa lisäävää työtä, vaan ne kuormittavat tuotantoa. Toisaalta on suuri määrä osia, joiden jäljittäminen on kriittistä tuotteen elinkaaren hallinnan ja asiakkaiden palvelemisen kannalta. Osastojen on yhdessä tehtävä jäljitettävyyspäätökset siten, että löydetään kokonaisuuden kannalta parhaat mahdolliset ratkaisut.

Prosessimallissa tämä tarkoittaa sitä, että kun Lifetime Support tai joku muu havaitsee tarpeen lisätä uusia osia jäljitettävyyden piiriin, keskustellaan asiasta yhdessä tuotannon

kanssa, ja punnitaan yhdessä lisäyksen edut ja haitat sekä tehdään lopullinen päätös osien lisäämisestä jäljitettävyyden piiriin. Samoin jos tuodaan markkinoille uusi tuote tai päivitetty malli, jolloin luodaan myös joukoittain uusia nimikkeitä, tulee Lifetime Supportin ja tuotannon yhdessä tehdä päätökset jäljitettävistä osista yhdellä kertaa. Toisin sanoen uusi tuote johtaa tullessaan aina keskusteluun jäljitettävyystarpeista. Tällä tavoin varmistetaan, että ainakin silloin tällöin jäljitettävyystarpeet tarkastetaan.

Suurin ongelma jäljitettävyystarpeen tunnistamisessa on tilanne, jossa suunnittelija luo uuden nimikkeen tai muuttaa vanhaa nimikettä. Tilanne on haastava siksi, että suunnittelijat eivät useinkaan tiedä, mitkä osat ovat jäljitettäviä ja mitkä eivät. (Haavisto, 2012) Mikäli suunnittelija on epävarma nimikkeen jäljitettävyydestä, tulee hänen varmistaa asia Lifetime Supportista, jossa on hyvä tieto konekortin sisällöstä. Kun asia on varmistettu, ja jos nimike on jäljitettävä nimike, lisää suunnittelija muutostiedotteeseen maininnan osan jäljitettävyydestä ja lähettää tiedotteen tuotantoon, jossa nimikkeelle annetaan ohjaustiedot toiminnanohjausjärjestelmään, jota kautta nimike ilmestyy konekortille. Tässä työssä ei oteta kantaa siihen, kuinka suunnittelu varmistaa, että prosessimallia noudatetaan. Yhdessä sovittiin, että suunnittelun tehtävä on varmistaa, että jäljitettävyystarve selvitetään ja tarvittavat muutostiedotteet lähetetään tuotantoon vastuhenkilöille. Tämänkin prosessin käyttöönotto odottaa kuitenkin uutta PDM-järjestelmää.

## 5.4 Laatu puutetietokanta

Sandvikin Tampereen tehtaalla maanalaisten laitteiden valmistuksessa on tehty jatkokehitystä laatu puutetietokantaan ja siihen liittyvään sähköiseen ilmoituslomakkeeseen. Uusi versio tarjoaa selvästi paremmat toiminnallisuudet. Parannukset vastaavat melko hyvin kaikkiin luvussa 4.7.2 esitettyihin tietokannan ja ilmoituslomakkeen ongelmiin.

Uudessa versiossa laatu puutteiden kategorisointi ja hakeminen on tarkempaa. Lisäksi järjestelmässä on hyvin toteutettu toiminto, jolla on mahdollista käydä viestiketjumuotoista keskustelua yksittäisistä laatu puute ilmoituksista siten, että keskustelu tallentuu järjestelmään. Näin ollen järjestelmästä saatava tieto on todennäköisemmin oikeellista ja ilmoitusten jättäjät saavat laatuinsinööreiltä arvokasta tietoa toimenpiteistä, joilla ongelmaan puututaan. Tämä lisää läpinäkyvyyttä ja luottamusta osapuolten välillä.

Tämän työn aikana sovittiin, että uusi tietokanta ja sähköinen ilmoituslomake otetaan käyttöön myös Tampereen Constructionin pintalaittepuolella. Tietokanta otetaan käyttöön sopimusvalmistajilla ja alihankkijoilla edellisen version tilalle. Sähköisen ilmoituslomakkeen käyttöönottamista myös Tampereen oman loppukokoonpanon asentajille punnittiin diplomityössä, mutta ajatus hylättiin toistaiseksi seuraavassa kappaleessa kerrotuista syistä. Valmiudet tälle ovat olemassa, ja käyttöönotto voidaan niin päätettäessä toteuttaa nopealla aikataululla.



Sähköisen laatupuuteilmoituksen käyttöönotossa Tampereen loppukokoonpanon asentajille olisi sekä etunsa että haittansa. Etuna tässä menettelyssä on se, että käyttöönoton myötä saataisiin hyvää informaatiota loppukokoonpanossa esiintyvistä laatupuutteista sellaisessa muodossa, että sitä pystyttäisiin hyödyntämään laadun mittauksessa ja toistuvien laatupuutteiden havainnoinnissa. Laatupuutetietokanta antaisi ainakin teoriassa nykyistä reklamaatiotietokantaa paremmat lähtökohdat näihin toimiin. Ongelmana on kuitenkin se, että jotta laatupuuteilmoitus on käyttökelpoinen, tulee sen olla niin kattava, että laatuinsinöörit pystyvät tarvittaessa yksistään sen perusteella tekemään reklamaation. Kaikkien työntekijöiden ei voida odottaa paneutuvan asiaan tarvittavalla huolellisuudella, mikä on täysin ymmärrettävää, koska työntekijöiden tehtävä on tehdä laitteita. Vaikka laatupuuteilmoituksen uusimmassa versiossa tarjotaankin hyvin kategorioita laatupuutteen lajitteluksi, ei voida odottaa, että ilmoitukset olisivat yhtenäisiä, kun käyttäjiä on useita kymmeniä. Näin ollen diplomityöntekijä ja haastatellut laatuinsinöörit näkevät Tampereen tehtaalla parhaaksi toimintatavaksi edelleen sen, että työntekijät selittävät asiat laadunohjaajille tai laatuinsinööreille kasvotusten, jolloin ongelma voidaan selvittää välittömästi. (Vähätalo, 2012; Parviainen, 2012)

Sähköinen laatupuuteilmoituslomake linkitetään Leanweb-portaaliin joka tapauksessa sopimusvalmistajia varten, jotta pääsy ilmoituslomakkeelle tulisi olemaan mahdollisimman vaivatonta. Mikäli ilmoituslomake otetaan tulevaisuudessa käyttöön Tampereen kokoonpanossa, on asia tältä osin hyvällä tolalla myös asentajien kannalta, sillä he käyttävät samaa Leanweb-portaalia, kuin sopimusvalmistajatkin.

## 5.5 Ohjedokumentit

Kuten luvussa 4.4 on mainittu, tulisi ohjedokumenttien osalta pyrkiä siihen tilanteeseen, että asentaja saisi vaivatta käyttöönsä kaikki hänelle sillä hetkellä olennaiset ohjeet samaan näkymään. Vaikkeivät luvussa 4.4 kuvatut vaihtoehtoiset kansiorakenteet toteuta tätä toivetta, ovat ne sinänsä rakenteena järkevä. Jotta ideaalitalanteeseen on mahdollista päästä, on tietty ohje oltava saatavilla usean eri polun kautta, koska useimmille ohjeille on monta käyttäjää ja käyttötilannetta. Ohjeet onkin mahdollista saada näkymään useaan eri kansioon ilman ohjetiedoston monistamista tietokantaan, kuten luvussa 2.3.4 on kuvattu. Tämä tarkoittaa siis käytännössä sitä, että mikäli ohjetta halutaan päivittää, riittää kun päivitetään ohjedokumentti kerran. Kansiorakenteen eri polut toimivat siis ainoastaan linkkinä tietokannassa vain kertaalleen arkistoituun dokumenttiin.

Työohjeiden monistaminen useaan kansioon ei silti ole kovin hyvä ratkaisu yllä kuvattuun ideaalitalanteeseen pääsemiseksi, koska se johtaa valtavaan määrään kansioita. Ideaalitalanteeseen pääseminen vaatisi kansioon jokaiselle laitemalli-työpiste –yhdistelmälle. Nykyrakenteen mukaan laitemalleja olisi kuusi, ja työpisteitä halutusta tarkkuudesta

riippuen vähintään neljä (loppukokoonpano, säätö, testaus, viimeistely). Jo tällä määrällä päästäisiin 24 uuteen kansioon, joissa olisi hyvin paljon päällekkäisiä dokumentteja. Lisäksi jos loppukokoonpano halutaan jakaa vaiheisiin tai asemiin sekä lisätä työpisteisiin alikokoonpano, pakkaus sekä pesu ja maalaus, voi työpisteiden määrä nousta jopa 12 asti, jolloin kansioiden määrä olisi 72. Hyvä puoli tällaisissa kansiossa ja ohjedokumenttien monistamisessa on kuitenkin se, että se voidaan toteuttaa nykyisen kansiorakenteen ohella häiritsemättä nykyisiä toimintatapoja. On siis mahdollista luoda yksittäisiä kansioita niitä kaipaaville työpisteille.

Ohjedokumenteilla on Sandvikin Tampereen ohjetietokannassa luvussa 2.3.4 mainitun kaltainen ominaisuustiedosto. Tähän tiedostoon voidaan listasta ruksata tiedostolle oleelliset aihealueet. Itse asiassa aihealueittain järjestelty kansiorakenne ei ole kansiorakenne samassa mielessä kuin vastuualueittain järjestelty rakenne, vaan perustuukin näihin ominaisuustiedoston avainsanoihin. Käytössä ainoa havaittava ero on se, että aihealueittain järjestellyssä rakenteessa kaikki kansiot ovat samalla tasolla. Edellisessä kappaleessa mainitut kansiot kannattaisikin luoda aihealueittain järjestettyyn rakenteeseen antamalla ohjeille avainsanoja kuten *DX viimeistely* tai *DPi loppukokoonpano*.

Tässä työssä ehdotetaan, että järjestetään kysely työpisteittäin siitä, ovatko työntekijät kiinnostuneita tämän kaltaisista kansioista, jotka kokoavat kaikki tietyllä työpisteellä ja tietyllä laitemallilla tarvittavat ohjeet yhteen. Kiinnostuneilla työpisteille luotaisiin omat kansiot yllä esitetyllä tavalla pikimmiten. Tässäkin asiassa kannattaa kuitenkin odottaa sähköisen konekortin ja Leanweb-portaalin käyttöönottoa, koska silloin työ- ja toimintaohjetietokanta saadaan paremmin saataville pikalinkit-osioon. Pidemmän tähtäimen vaihtoehto on tietysti se, että luodaan kansiot kaikille työpisteille kyselemättä. Tämä kannattaa tehdä viimeistään siinä vaiheessa, jos Leanweb-portaali pystyy hakemaan ohjeet työohjetietokannasta, kuten luvussa 5.2.4 on hahmoteltu. Leanweb siis hakisi omien työvaihe- ja laitemallitietojensa pohjalta automaattisesti vastaavan kansion ohjedokumentit työohjetietokannasta. Tätä ominaisuutta ei kuitenkaan päästy toteuttamaan vielä tämän työn aikana.

## 5.6 Vakiotyöjärjestykset

Vuoden 2011 aikana Tampereen Sandvikin pintalaitepuolen kokoonpanossa tehtiin isoja Layout-muutoksia ensin keväällä ja myöhemmin syksyllä. Uuden järjestelyn myötä pyrittiin ns. vakiotyöjärjestykseen, jossa eri laitemalleille luodaan työtehtäville vakiojärjestys, jota työntekijät käyttäisivät tehtävälistan ja työjärjestysohjeena.

Työtapojen ja järjestysten vakioinnilla on painavia puolesta puhuvia argumentteja. Luvun 3.4 mukaisesti työtapojen vakiointi on perusta jatkuvalle parantamiselle. Luvussa 3.4 Likerin esittämä Lean-periaatteisiin pohjautuva näkemys, jonka mukaan työtapojen

vakiointi tulisi toteuttaa siten, että se motivoi ja valtuuttaa työntekijöitä sen sijaan, että se olisi heille rasite, on ideana erinomainen, mutta vaikeammin toteutettavissa työn aikana pintalaitepuolella vallitsevassa kulttuurissa. Muutosvastarinta Layout-muutoksessa ja kesällä toteutetussa 5S-käynnistysprojektissa oli huomattavaa. Muutosvastarinta näkyi vahvasti myös vakiotyöjärjestyksestä puhuttaessa. 5S on suurelta osin juuri toimintatapojen vakioimista, ja luvussa 3.5 esitetyt muutosvastarinnan kuusi vaihetta olivat selvästi havaittavissa 5S-käynnistysprojektien aikana. Lopulta suurin osa asentajista hyväksyi 5S:n huomattuaan eron vanhaan toimintatapaan nähden, vaikkakin sen noudattamisessa on edelleen parantamisen varaa.

Vuoden 2011 pyrkimykset luoda vakiotyöjärjestykset olivat melko tunnustelevia. Asentajia pyrittiin osallistuttamaan mahdollisimman paljon. Tälle oli kaksi syytä. Ensinnäkin heillä on paras tieto eri työvaiheista, joten he ovat parhaassa asemassa luomaan vakiotyöjärjestykset. Toisaalta osallistuttamalla heidät pyrittiin nimenomaan saavuttamaan luvussa 3.4 kuvattua työntekijöiden motivoitumista ja muutosvastarinnan minimoimista. Muutosvastarinta todettiin kuitenkin vahvaksi ja itse toteutus haasteelliseksi myöhemmin tässä luvussa esitetyistä syistä, joten vakiotyöjärjestyksen luomista lykättiin. Näin ollen Tampereen pintalaitepuolella ei nykytilanteessa ole käytössä vakiotyöjärjestyksiä, vaan asentajat kokoavat laitteita kunkin itse mieleiseksi ja järkeväksi kokemassaan järjestyksessä. Tämä ei tietenkään ole optimitilanne, vaan pyrkimys pitäisi olla luvussa 3.4 esitetyin perusteluin siihen, että laitteet tuotetaan mahdollisimman samalla tavoin riippumatta siitä, kuka on työvuorossa.

### **5.6.1 Vakiotyöjärjestysten luonti ja siihen liittyvät haasteet**

Avainasemassa vakiotyöjärjestysten luonnissa on järjestyksen lisäksi työkuorman jakaminen asemille. Vakiotyöjärjestyksen toteutus on siksi hankalaa, että laitteet ovat hyvin yksilöllisiä. Laitteet ovat suunniteltu luvun 2.3.2 mukaisesti konfiguroitaviksi siten, että asiakas saa valita suuresta määrästä optioita juuri haluamansa. Eri optioita on useita kymmeniä, ja osa niistä on työmäärältään hyvin suuria. Asennusjärjestyksessä on joissain tapauksissa valinnanvaraa, useissa kuitenkin ei paljoakaan. Tästä syystä tiettyjen työn vaiheiden jako suoraan tietylle asemalle on hankalaa. Mikäli laitteeseen ei haluta tiettyjä optioita, voi yhden aseman työkuorma jäädä hyvin vähäiseksi. Mikäli taas asiakas haluaa kaikki optiot, voi jonkun aseman työmäärä jopa kaksinkertaistua. Kokoonpanossa pyritään mahdollisimman tasaiseen tahtiin, joten näin isot vaihtelut työmäärissä luovat merkittäviä haasteita kokoonpanon sujuvuudelle.

Haasteet ovat kuitenkin olemassa siitä riippumatta, vakioidaanko työjärjestys vai ei, joten ainakin jonkin asteiseen vakiointiin on ehdottomasti pyrittävä. Työmäärien vaihteluiden takia kaikkia työtehtäviä ei mitenkään pystytä tekemään aina samalla asemalla, vaan työtehtävien vakioinnissa tulee ottaa huomioon joustavuus siten, että esimerkiksi jotkin työtehtävät siirtyvät toiselle asemalle, mikäli alkuperäisellä ase-

malla on suurempi työkuorma. Tämä voidaan hoitaa joko rakentamalla se sisään vakio-työjärjestykseen, mikä voi olla työlästä ja vaikeasti toteutettavaa, tai työnjohtaja voi manuaalisesti tasoittaa työkuormaa asemien välillä tarvittaessa. Organisaatiossa on halu minimoida paperin käyttö ja suosia sähköisiä järjestelmiä pitkälti luvussa 2.5 esitetyin perusteluin.

Mikäli vakiotyöjärjestys jatkossa toteutetaan sähköisesti, kuten esimerkiksi osaksi asentajien työkaluksi suunniteltua toiminnanohjausjärjestelmään perustuvaa Leanweb-portaalia, on mietittävä hyvin tarkkaan, millä tavoin asemien välistä joustavuutta ja työkuorman tasoittamista ohjataan. Toinen merkittävä haaste sähköisen vakiotyöjärjestysten käyttöönotossa on järjestelmän ylläpito. Mikäli vakiotyöjärjestystä hallitaan toiminnanohjausjärjestelmässä asennettavien osien ja niille annettujen järjestysparametrien perusteella, mitä tämän diplomityön aikana harkittiin, nousee ylläpito hyvin ratkaisevaan rooliin. Laitteet ja niiden osat muuttuvat jatkuvasti, ja myös työtapoja itsessään pyritään kehittämään jatkuvasti, mikä luo luontaista elävyyttä vakiotyöjärjestykseen. Kaikki nämä muutokset rapauttavat toiminnanohjausjärjestelmän osiin perustuvaa vakiotyöjärjestystä. Ylläpitoon tarvitaan resursseja, jotta osien järjestysparametrit saadaan pidettyä ajan tasalla. Tämä tarkoittaa tietysti jatkuvia ylläpidollisia kustannuksia.

### 5.6.2 Ehdotus vakiotyöjärjestyksen toteuttamiseksi

Diplomityön aikana punnittiin mahdollisuutta toteuttaa toiminnanohjausjärjestelmään pohjautuva vakiotyöjärjestys laitemallikohtaisesti. Ideana oli, että vakiotyöjärjestys toimisi järjestysohjeena ja muistilistana asentajille. Tämän lisäksi se toimisi seurantatyökaluna laitteen etenemisestä siten, että asentajat merkkaisivat asentamansa osat asennetuiksi järjestelmään. Toteutus perustuisi toiminnanohjausjärjestelmään osille annettaviin parametreihin, joiden avulla osat laitettaisiin asennusjärjestykseen, jolloin järjestys jaettaisiin työasemille asettamalla tietyt järjestysnumerorajat, jotka jakavat nimikkeet oikeille asemille. Näin varauduttaisiin asemien määrän muutoksiin ja jopa siihen, että laitteita saatetaan valmistaa erilaisilla Layouteilla ja ohjaustavoilla. Sähköisen vakiotyöjärjestysten toteutus hylättiin seuraaviin syihin perustuen:

- Vakiotyöjärjestysten luominen on työläs ja vastarintaa herättävä projekti.
- Vakiotyöjärjestysten ylläpito järjestelmässä on suhteellisen työlästä.
- Vakiotyöjärjestysten hyödyt ovat kyseenalaiset, ellei työtehtävien tasoittamista asemien välillä saada toteutettua järjestelmään.

Voidaan siis todeta, että vakiotyöjärjestysten toteutus on haastava ja kallis projekti. Sen toteuttamista jossain muodossa kannattaa kuitenkin harkita tulevaisuudessa. Toinen vaihtoehto on luoda kevyet työjärjestysdokumentit, jotka eivät ole riippuvaisia toiminnanohjausjärjestelmästä, vaan toimivat kuten muutkin työohjeet. Näin saataisiin selvät työtapojen vakioimisesta syntyvät hyödyt mahdollisimman vähin kustannuksin. Lisäksi

tämä olisi hyvää pohjatyötä myös toiminnanohjausjärjestelmään perustuvalla vakiotyöjärjestykselle, mikäli se päätetään toteuttaa tulevaisuudessa.

Diplomityössä tehdyn tutkimuksen perusteella ehdotetaan, että toteutetaan vakiotyöjärjestykset kiinteänä työohjeena. Ehdotetaan myös, että ei kokonaan hylätä ajatusta toiminnanohjausjärjestelmään perustuvasta vakiotyöjärjestyksestä, vaan punnitaan mahdollisuutta myöhemmin ottaen huomioon tässä työssä esitetyt näkökohdat hyödyistä ja kustannuksista.

## 5.7 Uusi tarkastuspöytäkirja

Tarkastuspöytäkirja ja konekortti ovat lähtötilanteessa sidoksissa toisiinsa siten, että asentajien tulisi kirjata osien sarjanumeroita tarkastuspöytäkirjaan, josta laadunohjaajat kopioisivat ne konekorttiin. Sähköisen konekortin myötä sarjanumeroita ei tarvitse kirjata enää tarkastuspöytäkirjaan. Tarkastuspöytäkirjaa tulee siis konekortin käyttöönoton myötä supistaa siten, että konekortin kanssa päällekkäiset kohdat poistetaan. Näin ollen tarkastuspöytäkirjasta tulee yhä enemmän kokoonpanon jälkeisten vaiheiden työkalu, kun taas konekortti ottaa tarkastuspöytäkirjan paikan työntekijöiden muistilistana.

Diplomityössä pohdittiin myös mahdollisuutta siirtyä sähköiseen tarkastuspöytäkirjaan. Tarkastuspöytäkirjadokumentti voitaisiin pitää nykyisessä muodossa eli Word-dokumenttina, mutta täyttö tapahtuisi suoraan sähköiseen muotoon. Työn alla olevan laitteen pöytäkirja pidettäisiin verkkolevyllä, jolloin sitä voitaisiin muokata kaikilta työpisteiltä. Selvä etu tarkastuspöytäkirjan sähköistämisessä on se, että valmiit pöytäkirjat voitaisiin arkistoida sähköisesti verkkolevylle. Näin välttyttäisiin luvussa 4.6.2 kuvatulta paperin käsittelyltä ja arkistoinnilta.

Avainkysymys sähköiseen tarkastuspöytäkirjaan siirtymisen kannattavuudessa on se, voidaanko sillä saavuttaa paperiversioon verrattavissa oleva käytettävyys täyttäjän näkökulmasta. Tämä riippuu suurelta osin siitä, minkälaisella tietokoneella sähköistä tarkastuspöytäkirjaa täytettäisiin. Asemasta ja työntekijästä riippuen aseman oma kiinteä tietokone voi olla riittävä tähän käyttöön. Useissa tapauksissa tarvitaan kuitenkin kämmentietokone, jota voidaan käyttää paperiversion tavoin laitteen joka puolella. Suurin osa uudesta tarkastuspöytäkirjasta täytetään säädössä, niinpä tässä työssä haastateltiin useita säädön työntekijöitä. Heidän asenne sähköistä tarkastuspöytäkirjaa kohtaan oli varovaisen myönteinen. He uskoivat, että kämmentietokoneen käytettävyys olisi paperiversion luokkaa. Huolenaiheena oli kuitenkin kämmentietokoneen kestävyys. Työssä tutustuttiinkin teollisuuskäyttöön valmistettuihin kämmentietokoneisiin, jotka on valmistettu iskun-, pölyn- ja vedenkestäviksi. Vaatimukset täyttävän kämmentietokoneen hintaluokka on nykyisin noin 2000€ ja laskemaan päin.

Kämmentietokoneiden sijoittamiselle on kaksi vaihtoehtoa. Ensinnäkin voidaan jakaa jokaiselle työpisteelle oma kämmentietokone, jota käytetään sillä työpisteellä kulloinkin olevan laitteen pöytäkirjan täyttämiseen langattoman verkon kautta. Toisaalta kämmentietokoneita voidaan kierrättää laitteen mukana läpi luvussa 4.1 kuvatun valmistusprosessin aina loppukokoonpanosta pakkaamoon asti. Jälkimmäinen tapa on sopiva myös sähköisen tarkastuspöytäkirjan pilotointiin, koska riittää, että hankitaan yksi kämmentietokone, joka kulkee pilottilaitteen mukana. Alikokoonpanoista tulevat tarkastuspöytäkirjat lähetetään laadunohjaajille sähköisessä muodossa jo nykytilanteessa, joten niiden yhdistäminen loppukokoonpanon sähköiseen tarkastuspöytäkirjaan olisi helppoa.

Tässä työssä ehdotetaan, että sähköisen konekortin käyttöönoton jälkeen pilotoitaisiin sähköistä tarkastuspöytäkirjaa yhdellä laitteella ja yhdellä kämmentietokoneella, jonka jälkeen voitaisiin tehdä päätös seuraavasta askeleesta kohti käyttöönottoa. Pilotointi pystytään toteuttamaan olemassa olevin resurssein, koska tarkastuspöytäkirjan ei tarvitse kommunikoida tietojärjestelmien kanssa, vaan riittää, kun luodaan tarkastuspöytäkirjalle oma verkkolevykansio arkistointia varten.

## 5.8 Sopimusvalmistajien muutostenhallinnan ratkaisu

Alkuperäisen tehtävänannon mukaisesti diplomityössä pyrittiin löytämään ratkaisu luvussa 4.8 kuvattuihin sopimusvalmistajien suunnitteludokumenttien muutostenhallinnan haasteisiin. Kuten luvussa 4.8 on selvitetty, on muutostenhallinta lähtötilanteessa huonolla tolalla. On selvää, että haasteisiin vastaamiseksi on kehitettävä toimiva järjestelmä. Vanhoilla toimintatavoilla jatkaminen ei ole pitkällä aikavälillä vaihtoehto. Diplomityössä pureuduttiin ongelmaan ja löydettiin kolme mahdollista ratkaisua:

1. Otetaan käyttöön aiemmin käytössä ollut mutta ylläpitoresurssipulan vuoksi hylätty verkkoasemalla oleva laitemallikohtainen Excel-linkistö.
2. Otetaan käyttöön uusi tuotetiedonhallintajärjestelmä rajoitetuin oikeuksin, ja luodaan sinne vastaava linkistö.
3. Otetaan käyttöön uusi tuotetiedonhallintajärjestelmä rajoitetuin oikeuksin, ja käytetään sitä sellaisenaan.

Kaikki nämä vaihtoehdot vaativat sopimusvalmistajalta VPN-yhteyttä Tampereen tehtaan verkkoon. Tämä ei kuitenkaan ole ongelma, koska osalla sopimusvalmistajista on ollut jo VPN-yhteys käytössä, ja loput saavat sellaisen joka tapauksessa päästäkseen toiminta- ja työohjetietokantaan.

### 5.8.1 Vaihtoehto #1 Excel-linkistö

Yksittäisille laitemalleille on verkkolevyllä luotu omat Excel-linkistöt. Tällainen linkistö pohjautuu noin 20 kansioon, joista jokainen sisältää tiettyihin optioihin tai osakokonaisuuksiin liittyvät piirustukset ja osaluettelot. Lisäksi osista on otettu valokuvia, jotka havainnollistavat osat joissain tilanteissa käyttäjille paremmin, kuin suunnittelupiirustukset. Exceliin luotujen linkkien avulla pystytään navigoimaan kätevästi kaikkiin näihin dokumentteihin.

Jo alkuperäisessä tehtävänannossa mainittiin nämä Excel-linkistöt. Tehtävänantopalaverissa asia muotoiltiin niin, että on arvioitava Excelin soveltuvuutta sekä pyrittävä löytämään muita ratkaisuvaihtoehtoja. Kyseisen Excel-linkistöt olivat käytössä vuoden 2011 alkupuolella, mutta ylläpidollisten resurssipuutteiden vuoksi niiden käyttö ja ylläpito lopetettiin. Lähtötilanteessa linkistöt ovat olleet päivittämättömänä jo niin kauan, että ne on tarkastettava linkki linkiltä vanhentuneet revisiot päivittäen, mikäli ne halutaan uudelleen käyttöön. Käytännössä ne täytyy siis luoda uudelleen.

Kuvassa 12 näkyy DX-laitemallin Excel-linkistön etusivu. B-sarakkeessa olevilla linkeillä päästään seuraavalle sivulle (Kuva 13), josta on linkit suoraan osien piirustuksiin. Jokaisella sivulla on isolla fontilla linkki takaisin pääsivulle. Tämä on erittäin käyttökelpoinen toiminto, ja tekee navigoinnista sujuvaa. Etusivulla on kuvassa 12 alareunassa osittain näkyvä Päivitykset-osio, josta nähdään mitä on muutettu ja milloin.

	B	C
2	<b>Sandvik Mining and Construction Oy</b>	
3		
4	Piirustukset & osaluettelot	Valokuvat ja ohjeet
5	<b>DX FACELIFT (TIER 3 ja TIER 4)</b>	
6	<a href="#">DX VOIMAYKSIKKÖMODULI &amp; JÄÄHDYTIN</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
7	<a href="#">DX ALA/YLÄRUNKO, ÖLJYSÄILIÖ &amp; OHJ.KESK.VENT</a>	
8	<a href="#">DX PUOMI</a>	
9	<a href="#">DX SYÖTTÖLAITEET DX500-680</a>	
10	<a href="#">DX SYÖTTÖLAITEET DX700-800,Imukoppa</a>	
11	<a href="#">DX Hytti, Katteet, Leuat, STABI &amp; muut</a>	
12	<a href="#">DX KAAVIOT</a>	
13	<b>OPTIOT DX FACELIFT</b>	
14	<a href="#">DX OPTIOT 1 (TIM, LASER )</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
15	<a href="#">DX OPTIOT 2 (SAN REMO,P/Q,Vesivaaka)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
16	<a href="#">DX OPTIOT 3 (Huuhtelunv, Imunk,KiertRasv,PA-pumppu)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
17	<a href="#">DX OPTIOT 4 ( Keskusrasvaus SKF/Lincoln)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
18	<a href="#">DX OPTIOT 5 (Vesisidonta, ei pikatäyttöä)</a>	
19	<a href="#">DX OPTIOT 6 (Vesisidonta, pikatäyttöllä)</a>	
20	<a href="#">DX OPTIOT 7 (Pölynminimointi,Hytti-imuri)</a>	
21	<a href="#">DX OPTIOT 8 (Eber)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
22	<a href="#">DX OPTIOT 9 (Telaohjurit,Vetokoukku,Vinssi)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
23	<a href="#">DX OPTIOT 10 (Teroituslaite,Näytteenotto.)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
24	<a href="#">DX OPTIOT 11 (Maatuki, Lisäkääntö,Vaakap.)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
25	<a href="#">DX OPTIOT 12 (Ilmast,Tenutin,Nostonis,Melunv.)</a>	
26	<a href="#">DX OPTIOT 13 (kamera,valot + muut)</a>	<a href="#">Valokuvat ja ohjeet</a>
27		
28	<b>PÄIVITYKSET</b>	
29	mitä	milloin

Kuva 12. Excel-linkistön etusivu



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		<b>DX PUOMI</b>		tehty/päivit.	Valokuvat / ohjeet					
2	55	E	DB800H, vakio							
3	5	B	Twipuomi							
4	5	@	Kärkipuomi							
5	5	@	Kääntökappale							
6	5	C	Kehto							
7	2	A	Kartiotappi							
8	2	A	Kartiotappi							
9	5	A	Akselikokoonpano							
10	55	C	DB800H, vakio vaakaporaus							
11	5		Twipuomi							
12	5		Kärkipuomi							
13	5		Kääntökappale							
14	5		Kehto							
15	2	A	Kartiotappi							
16	2	A	Kartiotappi							
17	5	A	Akselikokoonpano							
18	55	B	DB800H, vaakaporaus PORTUGALI							
19	5	B	Twipuomi							
20	5	@	Kärkipuomi							
21	5	@	Kääntökappale							
22	5	C	Kehto							
23	2	A	Kartiotappi							
24	2	A	Kartiotappi							
25	5	A	Akselikokoonpano							
26	55	D	DB800H, vaakaporaus ESPANJA/MEKSIKO							
27	5	B	Twipuomi							
28	5	@	Kärkipuomi							

KANSIO LUOTU:  
02.08.2010 PH

PÄÄSIVULLE

Kuva 13. Excel-linkistön alisivu

Excel-linkistön suuri heikkous on sen ylläpidon raskaus. Ylläpitäjä on suunnittelun postituslistalla, ja saa kaikki muutostiedotteet sähköpostiinsa. Muutosilmoitusten perusteella hän tekee tarvittavat muutokset linkistöön. Tämä sisältää uusien piirustusten ja osaluetteloiden siirron verkkolevykansioon, revisiosarakkeen päivittämisen (Kuva 13. sarakke A), mahdollisten vanhojen valokuvien poiston ja tarvittaessa uuden valokuvan ottamisen ja lisäämisen järjestelmään sekä muutoksen kirjaamisen etusivulle Päivitykset-otsikon alle. Excel-linkistön rakentamiseen kului arviolta kaksi ihmistyöviikkoa per laitemalli. Tämä arvio perustuu kokemukseen alkuperäisen Excel-linkistön rakentamisesta.

Käytettävyys Excel-linkistöllä on erinomainen. Etenkin työntekijät, jotka eivät ole totuneet käyttämään PDM-järjestelmää, löytävät Excel-linkistön kautta haluamansa piirustukset yleensä merkittävästi nopeammin. Excelin suurin vahvuus PDM-järjestelmään nähden on siinä, että haettavan osan sarjanumeroa ei tarvitse tietää, vaan osa löytyy helposti, mikäli tiedetään mihin osakokonaisuuteen tai optioon se kuuluu.

### 5.8.2 Vaihtoehto #2 Uusi PDM-järjestelmä linkistöllä

Tietyn osan piirustuksia etsittäessä PDM-järjestelmä on vahvoilla silloin, kun osan sarjanumero on tiedossa, jolloin voidaan suoraan etsiä osa syöttämällä hakukenttään sarjanumero. Laiterakenteen kautta selaamalla on kyllä mahdollista löytää osa, mutta tämä on hankalampaa, koska laiterakenne sisältää paljon rivejä, ja oikean löytämiseen kuluu

usein aikaa. Mikäli käyttäjä tuntee rakenteen entuudestaan, paranee sen käytettävyys huomattavasti.

Uusi keväällä käyttöön otettava TeamCenter tuotetiedonhallintajärjestelmä tukee käyttäjäkohtaisten käyttöoikeusrajausten tekemistä huomattavasti vanhaa tuotetiedonhallintajärjestelmää paremmin. (Laitinen, 2012) TeamCenter on muutenkin joustavampi järjestelmä ja mahdollistaisi Exceliä vastaavan linkistön luomisen järjestelmän sisään. Linkistöllä päästäisiin samoihin toiminnallisuuksiin kuin Excelillä, mutta ylläpito olisi hieman kevyempää, koska revisioita ei tarvitsisi erikseen päivittää. Kaikesta ylläpidosta ei kuitenkaan päästäisi eroon, koska on varmistettava, että linkistö vastaa laiterakennetta. Toisin sanoen revisiopäivitysten lisäksi on muunkinlaisia muutoksia, jotka vaativat ylläpitoa. Esimerkkinä tällaisesta ovat kokonaan uudet osat ja muutokset laiterakenteissa. Linkistön luomisen työmäärä tulisi olemaan suunnilleen sama kuin Excel-muotoisessakin vaihtoehdossa.

Yksi tämän ratkaisuvaihtoehdot vahvuus on, että se yhdistää PDM:n ja Excelin vahvuudet. Mikäli etsittävän osan sarjanumero on tiedossa, voidaan piirustukset etsiä helposti syöttämällä sarjanumero hakukenttään. Toisaalta mikäli sarjanumeroa ei tiedetä, on linkistö osa samaa järjestelmää, eikä sitä tarvitse hakea erikseen verkkolevyiltä. Kumminkin hakutavat olisivat saatavilla PDM-järjestelmässä. Ensimmäiseen vaihtoehtoon nähden tällä vaihtoehdolla ei ole merkittäviä heikkouksia.

### **5.8.3 Vaihtoehto #3 Uusi PDM-järjestelmä sellaisenaan**

Kolmas vaihtoehto on ottaa PDM-järjestelmä käyttöön ilman linkistön luomista, ja käyttää järjestelmää siten, kuin sitä on suunniteltu käytettävän. Tämä vaihtoehto on siitä hyvä, että se voidaan ottaa käyttöön ilman linkistön luomiseen tarvittavaa työpanosta siten, että mahdollisuus linkistön luomiselle tarpeen vaatiessa on kuitenkin olemassa. Luvussa 5.8.2 mainitut PDM-järjestelmän vahvuudet pätevät tietysti myös tässä ratkaisuvaihtoehdossa.

### **5.8.4 Valittu ratkaisuvaihtoehto ja sen käyttöönotto**

Ratkaisuksi valittiin Vaihtoehto #3, eli uusi PDM-järjestelmä otetaan käyttöön sellaisenaan sopimusvalmistajille. Vaikkei tulevan tuotetiedonhallintajärjestelmä TeamCenterin ominaisuuksista olekaan täyttä selvyyttä, on muutostenhallinta luvun 2.3.3 mukaisesti iso osa PDM-järjestelmän toimintakenttää. Näin ollen on luotettava siihen, että TeamCenter pystyy tarjoamaan tarvittavat ominaisuudet myös tällä osa-alueella. Vaihtoehto #2 suljettiin pois tältä erää, koska on järkevämpää ottaa TeamCenter ensin käyttöön sellaisenaan, ja arvioida myöhemmin halutaanko linkistö rakentaa.

Lopulta Excel-linkistöä ei voida pitää varteenotettavana vaihtoehtona, koska päällekkäisten järjestelmien käyttöönotto (PDM ja Excel-linkistö) ei ole tarkoituksenmukaista, vaan monimutkaistaa prosesseja ja lisää virheentekomahdollisuuksia käyttötilanteissa. Lisäksi Excel-linkistön vaatiman ylläpidon työmäärä pienentää linkistöstä saatavaa hyötyä suhteessa kustannuksiin. Kokemukset Excel-linkistön hyvästä käytettävyydestä piirustusten hakemisessa on kuitenkin hyvä muistaa. Mikäli TeamCenter yltää samaan käytettävyyteen, voidaan olla erittäin tyytyväisiä. Toisaalta jos PDM:n käytettävyys ei jostain syystä ole vaaditulla tasolla, mahdollisuus luoda linkistö tulevaisuudessa on olemassa.

TeamCenter-tiimin sovelluspäällikön kanssa sovittiin, että TeamCenter-tiimi ottaa työlustalleen TeamCenterin käyttöönoton rajatuin oikeuksin sopimusvalmistajille. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttöönotto tulee tapahtumaan kesän aikana. Toteutukseen menee arviolta kahdesta neljään viikkoa. Käyttöönotto tapahtuu niin, että TeamCenter-tiimi luo jokaiselle käyttäjäryitykselle eristetyn toimintaympäristön, jolle voidaan määrittää oikeudet siten, että käyttäjä pääsee käsiksi ainoastaan itseään koskevien laitteiden dokumentteihin Master-rakenteiden kautta. (Karhu, 2011) Projektin luomisen jälkeen tuotanto on vastuussa sen ylläpidosta. Toisin sanoen tuotanto hoitaa itse tarvittavat oikeuksien muuttamiset TeamCenter-tiimin tukiessa tarvittaessa.

## 6 YHTEENVETO

Työn lopputulos ei vastaa täysin alkuperäisestä työn tehtävänannosta välittyntä visiota halutusta järjestelmästä. Alun perin pyrittiin toteuttamaan tämän vision mukaista yhtä järjestelmää, joka sisältäisi kaikki kokoonpanossa käytetyt dokumentit ja tarjoaisi interaktiivisen käyttöliittymän niiden hyödyntämiseksi. Erilaisille dokumenteille oli kuitenkin jo olemassa omat järjestelmänsä, eikä uutta päällekkäistä järjestelmää nähty järkeväksi etenkin ottaen huomioon sen toteutuskustannukset. Näin ollen päädyttiin portaali-ratkaisuun, joka kokoaa olemassa olevat järjestelmän mahdollisimman helposti saataville. Itse järjestelmään liittyvä diplomityöntekijälle kohdistuva työmäärä putosi ennakoitua. Toisaalta useissa olemassa olevissa järjestelmissä ja toimintatavoissa löytyi kehittämisen varaa, johon tässä työssä keskityttiinkin. Näin ollen voidaan sanoa, että työ oli melko hajanainen ja laaja-alainen.

Konekorttiprosessin kehittämiseen liittyvä työmäärä puolestaan nousi odotettua suurempaan rooliin. Alkuperäisessä visiossa konekortti oli vain yksi dokumentti muiden joukossa, mutta lopulta se nousi työmäärässä jopa suurempaan osaan kuin itse portaali. Työn alkuvaiheessa tehtyjen tutkimusten ja haastattelujen perusteella sähköisen konekortin kuviteltiin olevan suoraviivainen helposti toteutettavissa oleva asia, mutta työn aikana ilmeni jatkuvasti uusia odottamattomia raportointiin, otsikointiin tai yleiseen järjestelmien kankeuteen liittyviä haasteita, jotka lopulta johtivat siihen, että aikataulu venyi venymistään, eikä sähköisen konekortin pilotointia ehditty toteuttaa. Suurin osa näistä haasteista olisi voitu tunnistaa aiemmin, mikäli olisi osattu konsultoida oikeita henkilöitä oikeaan aikaan ja oikeaan asiaan liittyen. Tällöin olisi voitu ratkaista ongelmat aikataulussa sen sijaan, että ne aiheuttavat jatkuvasti aikataulullisia pullonkauloja. Tässä onkin hyvä esimerkki luvussa 2.1.3 esitetyn hiljaisen tiedon siirtämisen tärkeydestä. Koska konekorttiprosessissa ei päästy pilotointivaiheeseen, ei Leanweb-portaalille esitettyjä kehitystoimenpiteitäkään päästy työn aikana toteuttamaan, koska ne linkittyvät vahvasti sähköiseen konekorttiin.

Diplomityön aikana ratkaistiin useita konekorttiprosessiin liittyviä haasteita, joista ainakin osa oli jälkepäin ajateltuna vaikeasti vältettävissä. Työn tuloksena sekä Leanwebin kehitys että sähköisen konekortin kehitys ovat edenneet hyvin, ja vaikka projektit ovat kesken, ovat ne hyvässä tilassa jatkoa ajatellen. Lisäksi työn tuloksena saatiin useita yksittäisiä dokumentointiin liittyviä jo toteutettuja toimenpiteitä ja ehdotettuja kehitysideita.

## KIRJALLISET LÄHTEET

Anttila, J. 2001, Dokumenttien hallinta, Oy Edita Ab, Helsinki, ISBN 951-826-427-9, 204 s.

Arveson P. 2012, The Deming Cycle [verkkodokumentti], viitattu 30.1.2012, <http://www.balancedscorecard.org/TheDemingCycle/tabid/112/Default.aspx>

Cheng, M.J. & Simmons, J.E.L. 1994, Traceability in manufacturing systems. International Journal of Operations & Production Management, 14, 10, pp. 4-16

Choo, W. C. 1998, The knowing organization: how organizations use information to construct meaning, create knowledge, and make decisions, Oxford university press, Inc. ISBN 0-19-511011-0, 298 s.

Choo, W. C. 2002, Information Management for the Intelligent Organization. The Art of Scanning the Environment, Information Today, ISBN 1-57387-057-9, 325 s.

Fujimoto, T. 1999, The evolution of a manufacturing system at Toyota, Oxford University Press, Inc. New York, ISBN 0-19-512320-4, 380 s.

Hovi, A., Ylinen, J. & Koistinen, H. 2001, Tietovarastot liiketoiminnan tukena, Talentum, Helsinki, ISBN 951-762-777-7, 276 s.

Ince, D. & Andrews, D. 1990, The Software Life Cycle, Butterworths, ISBN 0-408-03741-5, 418 s.

Lecklin, O. 2006, Laatu yrityksen menestystekijänä, 5. painos, Talentum Mediu Oy, Hämeenlinna, ISBN 952-14-1082-5, 408 s.

Liker, J. K. 2004, The Toyota Way, McGraw-Hill, New York, ISBN 0-07-139231-9, 330 s.

Lillrank, P. 1998, Laatuajattelu – Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa, Otavan kirjapaino Oy, Helsinki, ISBN 951-1-15812-0, 203 s.

Meier, J. & Sprague, R. 1996, Towards a Better Understanding of Electronic Document Management, Proceedings of the 29th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 53-61

Nonaka & Takeuchi, SECI model [verkkodokumentti], viitattu 16.1.2012, [http://www.12manage.com/methods\\_nonaka\\_seci.html](http://www.12manage.com/methods_nonaka_seci.html)

O’Leary, D. 2000, Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk, Cambridge University Press, Cambridge, ISBN 0-521-79152-9, 232 s.

Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen R., 2002, PDM - Tuotetiedon hallinta, 1. painos, Edita Prima Oy, Helsinki, ISBN 951-826-664-6, 169 s.

Phyo, A. 2003, Return on design, New Riders Publishing, ISBN 0-201-75607-2, 284 s.

Pohjonen, R. 2002, Tietojärjestelmien kehittäminen, 2. painos, Docendo Finland Oy, Jyväskylä, ISBN 951-846-146-5, 178 s.

Pouri, R. 1997, Businesslogistiikka, Suomen Logistiikkayhdistys ry, WSOY:n Graafiset laitokset, Helsinki, ISBN 951-96236-9-8, 288 s.

Rampersad, H. K. 2003, Total Performance Scorecard Johda ihmisiä, mittaa tuloksia, Suomen Laatu keskus Oy, Helsinki, ISBN 952-5136-26-4, 317 s.

SFS-EN ISO 9000, 2005, LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄT, PERUSTEET JA SANASTO, 69 s.

Ruohonen, M. & Salmela, H. 1999, Yrityksen tietohallinto, Oy Edita Ab, Helsinki, ISBN 951-37-2811-0, 218 s.

Salomäki, R. 2003, Suorituskykyiset prosessit – hyödynnä SPC, 2. painos, Metalliteollisuuden keskusliitto, Tampere, ISBN 951-817-802-X, 424 s.

Sandvik, 2011, Annual report, 117 s.

Sandvik Mining and Construction, 2012, [www-sivut  
http://www.miningandconstruction.sandvik.com/](http://www.miningandconstruction.sandvik.com/)

Shingo, S. 1989, A Study of the Toyota Production System, CRC PRESS, English re-translation, 2005, ISBN 978-0-915-29917-1, 257 s.

Summers, D. C. S. 2005, Quality Management – Creating and Sustaining Organizational Effectiveness, Pearson Education, New Jersey, ISBN 0-13-262643-8, 409 s.

Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002, PDM – Tuotetiedonhallinta, Talentum Media Oy, Helsinki, ISBN 951-762-796-3, 197 s.

Thierauf, R. 2001, Effective Business Intelligence Systems. Quorum Books, London, ISBN 1-56720-370-1, 370 s.

Travis, D. 2003, E-commerce usability, Taylor & Francis, London, ISBN 0-415-25834-0, 181 s.

Wadsworth, H. M., Stephens, K. S., Godfrey A. B. 2002, Modern Methods for Quality Control and Improvement, John Wiley & Sons, Inc. New York, ISBN 0-471-29973-1, 683 s.

## HAASTATTELUT

Aalto Hannu, Huoltoinsinööri, Sandvik Mining and Construction, 18.1.2012

Haavisto Ari, Suunnittelupäällikkö, Sandvik Mining and Construction, 19.1.2012

Immonen Ari, Sovelluspäällikkö, Sandvik Mining and Construction 10.5.2012

Karhu Timo, Sovelluspäällikkö, Sandvik Mining and Construction, 14.10.2011

Laitinen Tarja, PLM-asiantuntija, Sandvik Mining and Construction, 10.4.2012

Parviainen Olli, Laatuinsinööri, Sandvik Mining and Construction, 15.2.2012

Vienola Harri, Ohjelmistokehittäjä, Sandvik Mining and Construction, 8.5.2012

Vähätalo Mikko, Laatuinsinööri, Sandvik Mining and Construction, 16.2.2012